This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

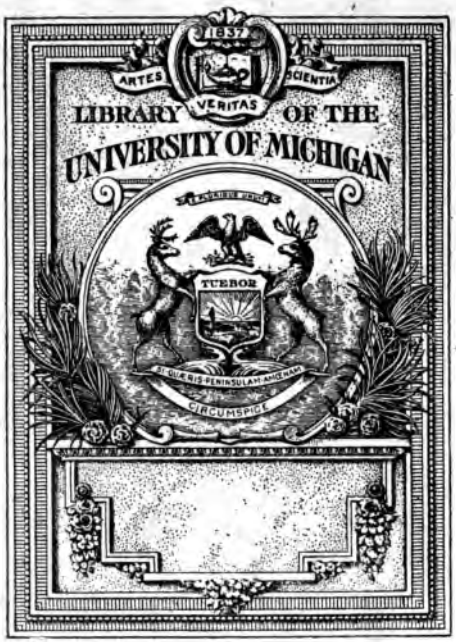
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE

G
115
.M26
1831

PRÉCIS

DE

LA GÉOGRAPHIE

UNIVERSELLE.

TOME II.

ON TROUVE CHEZ LES MÊMES LIBRAIRES :

DICTIONNAIRE GÉNÉRAL

DE LA LANGUE FRANÇAISE

ET

VOCABULAIRE UNIVERSEL

DES SCIENCES, DES ARTS ET DES MÉTIERS,

CONTENANT, outre les mots de la langue usuelle, leurs définitions, leurs diverses acceptions, au propre et au figuré, les synonymes et les contraires, les locutions grammaticales, familières, proverbiales, etc.; *dix mille* mots et *quinze mille* acceptions (précédés d'une †) de plus que BOISTE, GATTEL, LAVEAUX, etc. — Ouvrage entièrement neuf, renfermant au moins 100,000 mots, présentant le dictionnaire le plus complet qui ait paru jusqu'à ce jour, et accompagné d'un dictionnaire géographique, d'une nomenclature des personnes remarquables, d'un précis de grammaire française, d'une méthode particulière sur l'art de ponctuer, d'une solution sur les participes déclinables, d'une synonymie, etc.;

PAR F. RAYMOND,

AUTEUR DU SUPPLÉMENT AU DICTIONNAIRE DE L'ACADÉMIE, ET DE PLUSIEURS OUVRAGES RELATIFS A LA LANGUE FRANÇAISE.

Paris, 1832. — Deux gros vol. in-4°; prix, brochés, 36 fr.

PARIS, LE NORMANT, IMPRIMEUR, RUE DE SEINE, N° 8.

PRÉCIS

DE LA

GÉOGRAPHIE

UNIVERSELLE,

OU

DESCRIPTION DE TOUTES LES PARTIES DU MONDE

SUR UN PLAN NOUVEAU,

D'APRÈS LES GRANDES DIVISIONS NATURELLES DU GLOBE;

PRÉCÉDÉE

DE L'HISTOIRE DE LA GÉOGRAPHIE CHEZ LES PEUPLES ANCIENS ET MODERNES,
ET D'UNE THÉORIE GÉNÉRALE DE LA GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE,
PHYSIQUE ET POLITIQUE;

ACCOMPAGNÉE

DE CARTES, DE TABLEAUX ANALYTIQUES, SYNOPTIQUES, STATISTIQUES ET ÉLÉMENTAIRES,
ET D'UNE TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DE LIEUX, DE MONTAGNES, DE RIVIÈRES, etc.

PAR MALTE-BRUN, Conrad, originally Malthe Conrad B 1775-1826

NOUVELLE ÉDITION,

Revue, corrigée, mise dans un nouvel ordre, et augmentée
de toutes les nouvelles découvertes,

Par M. J.-J.-N. Huot,

Membre de plusieurs Sociétés savantes, nationales et étrangères; continuateur de cet ouvrage,
et l'un des collaborateurs de l'Encyclopédie méthodique et de l'Encyclopédie moderne, etc.

TOME DEUXIÈME.

THÉORIE GÉNÉRALE DE LA GÉOGRAPHIE.

PARIS,

AIMÉ ANDRÉ, LIBRAIRE-ÉDITEUR;
QUAI MALAQUAIS, N° 13.

LE NORMANT, RUE DE SEINE, N° 8.

1832.

AVERTISSEMENT

DU CONTINUATEUR

SUR CE DEUXIÈME VOLUME.

Ce Traité de Géographie mathématique et physique, publié par Malte-Brun en 1810, exigeait, pour être mis au niveau des connaissances actuelles, quelques suppressions, des changemens importans, et de nombreuses additions. Tout en remplissant cette tâche difficile, le respect dû à un grand talent nous prescrivait de ne point altérer un beau travail que la seule marche des connaissances humaines rendait suranné. Nous n'avons donc dû supprimer que les passages qui se trouvaient en contradiction avec quelques observations récentes; toutes les fois que nous avons pu ajouter à ce que disait le savant géographe, nous avons saisi cette occasion de compléter ou de rectifier le texte; mais le plus souvent c'est par des notes que nous avons jugé plus facile et plus convenable de remplir ce but.

Les travaux relatifs à la Géographie physique que nous avons publiés dans l'Encyclopédie méthodique nous ont fourni quelques citations qui ne paraîtront pas inutiles. Plus familiarisé peut-être, que Malte-Brun, avec les différentes branches de l'histoire naturelle, c'est principalement sur tout ce qui s'y rattache que nous nous sommes montré plus sévère. Ainsi, nous avons supprimé cinq Livres relatifs

38987

aux minéraux, aux roches et aux débris fossiles, et nous les avons remplacés par autant de Livres sur la minéralogie moderne, sur les roches, considérées minéralogiquement, sur la disposition des substances qui forment l'enveloppe terrestre, sur la géologie, et sur les différentes époques que l'on reconnaît dans la succession des débris organiques. Nous avons fait quelques additions à ce qui concerne les volcans, les tremblemens de terre et la cause qui les produit. Nous avons donné un aperçu des belles observations de M. Élie de Beaumont sur le soulèvement des montagnes du globe, et de l'important travail de M. Cordier sur la chaleur centrale dont l'existence est aujourd'hui démontrée, et que Malte-Brun révoquait en doute. Nous avons rectifié et complété, autant qu'il est possible dans une introduction à la Géographie physique, les Livres relatifs à la distribution géographique des végétaux et des animaux, et à l'homme considéré comme être physique. Les travaux publiés par M. Klaproth nous ont servi pour ce qui concerne les langues; nous avons puisé aussi dans les Mémoires de ce savant, et dans ceux de M. Abel Rémusat, quelques éclaircissemens sur les religions de l'Asie; enfin, nous devons à l'obligeance de M. Reinaud, habile orientaliste, les détails que nous donnons sur l'islamisme.

PRÉCIS

DE

LA GÉOGRAPHIE

UNIVERSELLE.

LIVRE VINGT-CINQUIÈME.

Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme un corps céleste, et dans ses rapports avec les autres corps célestes; des Longitudes et Latitudes.

Nous avons suivi, à travers les siècles, les progrès de la géographie; nous nous arrêtons pour retracer l'ensemble des connaissances actuelles. Les vérités générales précéderont les faits partiels; nous apprendrons à connaître notre planète comme un corps céleste, géométrique et physique, avant que d'étudier les diverses contrées qui en couvrent la surface.

C'est à l'astronomie qu'il appartient de nous montrer la terre, balancée par son propre poids dans l'immensité de l'espace, rouler, avec toutes les autres planètes, autour de l'astre éclatant qui distribue à tous ces globes célestes leur portion de chaleur et de lumière. C'est à l'astronomie à calculer les lois qui gouvernent le *système solaire*, et à tracer les orbites de *Mercure*, perdu dans les rayons du soleil; de *Vénus* et de *Mars*, voisins de notre terre, mais qui n'ont point de *lune* ou de satellite; de *Vesta*, *Junon*, *Cérès*, et *Pallas*, si étroitement unies; enfin, de *Jupiter*, de *Saturne* et d'*Uranus*, entourés chacun d'un magnifique cortége de satellites ou pla-

nètes secondaires. C'est encore aux astronomes à nous démontrer que le volume du soleil est 1,384,462 fois plus grand que notre terre, que Jupiter surpasse notre planète 1,281 fois en volume, Saturne 995, et Uranus 80, tandis que toutes les autres lui sont inférieures (1).

Nous, qui ne sommes que géographes, nous devons nous interdire de profaner les hautes vérités d'une autre science en les dépouillant de l'appareil des démonstrations qui les mettent à l'abri des doutes; il doit nous suffire d'emprunter les notions astronomiques, nécessaires pour comprendre les termes qu'on emploie dans les cartes géographiques, et les méthodes dont on se sert pour construire ces représentations de notre globe.

La forme sphérique de la terre est le premier principe de toute géographie mathématique. Les preuves de cette vérité viennent elles-mêmes s'offrir aux sens (2). Les phénomènes du ciel l'annoncent, les apparences terrestres la font entrevoir. Commençons par ces dernières.

Transportons-nous dans une vaste plaine de l'Arabie, ou sur la haute mer. Ici aucune montagne n'intercepte les objets que peut atteindre notre rayon visuel. Pourquoi donc ne voyons-nous pas les objets élevés se rapprocher ou s'éloigner de notre vue, en diminuant seulement de volume, sans cacher aucune partie de leur ensemble, comme cela devrait arriver si nous nous trouvions avec eux sur le même plan horizontal? Pourquoi les tours, les vaisseaux, les montagnes, lorsque nous nous en éloignons, semblent-ils se plonger sous l'horizon, à commencer par leur base? Et pourquoi, au contraire, lorsque nous nous en approchons, ces objets se montrent-ils d'abord par le sommet,

(1) Voyez à la suite de ce Livre le *tableau synoptique du système solaire*. Consultez : *Laplace*, Exposition du Système du monde; *Biot*, Astronomie physique. — (2) *Varenius*, Géographie générale, revue par *J. Newton*, liv. I, sect. II, ch. 3. *Maupertuis*, Élémens de géographie, ch. 2.

et ne découvrent-ils que successivement leur milieu et leur base? Ces phénomènes, que chacun est à portée d'observer, prouvent évidemment que toute plaine apparente sur la terre est une surface courbe. C'est la convexité de cette surface qui dérobe aux regards d'un spectateur, placé sur les bords de la mer, le corps d'un vaisseau dont il aperçoit les mâts et la voilure. Mais, dès qu'on sait que ces choses arrivent d'une manière uniforme, partout où nous allons sur la terre, vers l'orient ou vers l'occident, vers le nord comme vers le sud; dès qu'on s'aperçoit que cet ensemble de surfaces courbées n'est nulle part sensiblement interrompu, il est impossible de ne pas en tirer la conséquence que la surface totale de la terre est à peu près régulièrement courbée de tout côté, ou, en d'autres mots, qu'elle est un corps sphérique plus ou moins parfait.

Les premiers observateurs des astres eurent sans doute, dans leurs recherches, le but de trouver des guides sûrs pour les voyages auxquels les entraînait la curiosité ou le besoin. Ils remarquèrent que le soleil, leur premier guide, occupait dans l'hémisphère céleste une place à l'opposite de certaines étoiles, qui, chaque nuit, brillaient constamment au-dessus de leur tête, pendant que d'autres astres disparaissaient et revenaient tour à tour. Leurs regards se fixèrent sur l'*étoile polaire;* ils remarquèrent dans les cieux ce point qui, seul immobile, semble servir de pivot, ou, selon l'expression grecque, de *pôle* au mouvement apparent des globes célestes. Ils tracèrent une *ligne méridienne*, une ligne droite dans la direction du soleil à l'étoile polaire; et, tout imparfaite qu'a dû être cette première opération, elle leur suffisait pour marquer à peu près les quatre coins du monde. Maintenant, s'ils allaient vers le nord, ils voyaient l'étoile polaire prendre une position plus élevée dans les cieux. Allaient-ils vers le midi? cette étoile s'abaissait à vue d'œil, et d'autres, jusque-là invisibles, sem-

blaient successivement s'élever. Il était donc impossible que la ligne dans la direction de laquelle ils marchaient, fût une droite tracée sur une plaine horizontale; elle devait être une courbe, un arc de cercle auquel correspondait un autre arc de cercle apparent dans les cieux. Or, comme partout les mêmes changemens d'horizon avaient lieu, il était naturel de conclure que la terre était du moins circulairement courbée du sud au nord.

Ce fut sans doute d'après un semblable raisonnement que Leucippe, Anaximandre et d'autres anciens philosophes, s'étaient contentés de regarder la figure de la terre comme *cylindrique* (1).

Les observations astronomiques, en se multipliant, se perfectionnèrent. On calcula, par époques fixes, les mouvemens des corps célestes; on détermina le retour périodique des éclipses. Dès lors il devenait aisé de s'apercevoir que le soleil se lève plus tôt pour ceux qui habitent plus à l'orient, que pour ceux qui sont moins avancés vers ce côté; car si l'on observe une éclipse de lune tant à Paris qu'à Vienne en Autriche, et que cette éclipse commence quand il est dix heures du soir à Paris, il sera près de onze heures à Vienne quand on observera ce commencement; ainsi le soleil a dû se lever plus tôt pour les Viennois que pour les Parisiens. Or, cela n'arriverait pas si la superficie de la terre n'était pas courbe d'orient en occident; car alors le soleil commencerait dans le même instant à éclairer toutes les parties d'une même face de la terre plate.

Enfin, lorsque, par une suite d'observations, on se fut parfaitement convaincu que les éclipses de la lune sont causées par l'ombre conique du globe de la terre, on eut une confirmation complète de toutes les preuves précédentes en faveur de la rotondité de la terre; et l'on vit en

(1) *Arist. de Cœlo*, lib. II, cap. 13.

même temps que le globe terrestre n'était sujet à aucune grande irrégularité, puisque, dans toutes les positions possibles, l'ombre de la terre sur le disque de la lune se trouve terminée par un arc du cercle.

De nombreux voyages faits autour du monde, ont enfin dû fermer la bouche à tous ceux qui s'obstinaient à regarder la terre comme une plaine ronde, ou comme un disque demi-sphérique. Les Magellan et les Drake allèrent de l'Europe toujours vers l'occident (en faisant seulement quelques détours pour doubler les terres avancées vers le sud), et sans quitter cette direction générale ils revinrent toujours vers les parages d'où ils étaient partis. Sur une plaine circulaire on peut bien tourner en rond, mais en changeant constamment de direction. *Heemskerk*, en allant hiverner dans la Nouvelle-Zemble, confirma ce que les astronomes avaient conclu de la figure sphérique de la terre, savoir, que les jours et les nuits, vers les pôles, durent plusieurs mois. Enfin, *Cook*, en approchant autant que possible du cercle polaire du sud, a trouvé sa route toujours plus petite à mesure qu'il s'approchait de ce pôle, et nous a ainsi acquis la certitude que la terre s'arrondit vers le pôle du sud comme vers celui du nord.

Tant de preuves réunies et l'exactitude de tant d'observations astronomiques, qui toutes ont été faites et calculées dans la supposition de la sphéricité de notre terre, ne laissent plus lieu à des doutes raisonnables. Le respect pour l'Écriture-Sainte qui, en parlant de la terre, emploie des figures oratoires empruntées au langage vulgaire (1), ne doit plus nous engager à repousser une vérité physique tout-à-fait étrangère aux vérités morales qu'enseigne la religion. En vain l'ignorance nous demanderait-elle comment la terre peut rester suspendue en l'air sans aucun appui.

(1) *Psalm.* XXIV, 2. XXXVI, 6. Comp. *Lactant.*, liv. III, ch. 24; *Augustin.* de Civit. Dei, XVI, 9.

Levons les yeux au ciel, et voyons tant d'autres globes qui roulent dans l'espace. La force qui les soutient nous est inconnue; mais nous en voyons les effets, nous calculons les lois d'après lesquelles ces effets ont lieu. Soyons donc sans inquiétude pour les *antipodes*, c'est-à-dire les peuples de la terre dont les pieds sont tournés contre les nôtres; il n'y a sur un globe ni haut ni bas; les antipodes voient, comme nous, la terre sous leurs pieds, et les cieux sur leur tête.

Que gagnerions-nous à placer sous la terre une colonnade, gardée par *Atlas*, comme le veut Homère, ou neuf piliers, comme l'ont cru les Scandinaves(1), ou quatre éléphans, comme le pensent les adorateurs de Brama? Sur quoi reposeraient ces éléphans ou ces colonnes? Il faut toujours que notre pensée s'arrête et recule épouvantée devant l'infini qui nous environne de toutes parts, et que la folie seule prétend comprendre.

Mais, diront des observateurs plus raisonnables, les hautes montagnes, les Andes, les Alpes, ne font-elles point visiblement de la terre un corps irrégulier, et rien moins que rond? Nous répondons: La plus haute montagne connue, qui est le Dhawaladgiri entre l'Inde et le Tibet, s'élève à 24,764 pieds de France, ou environ 8,044 mètres au-dessus de la surface des mers. Cette hauteur n'est pas seulement $\frac{1}{5000}$ de la plus grande circonférence de la terre, ni $\frac{1}{1590}$ de son axe. Sur un globe artificiel, de 21 pieds en circonférence, ou de $6\frac{2}{3}$ de pied de diamètre, le Dhawaladgiri ne pourrait être représenté que par un grain de sable, épais d'une *demi-ligne*. Des irrégularités tellement imperceptibles ne méritent donc point d'entrer en considération. Nous allons voir dans le Livre suivant que les véritables différences qui existent entre notre globe

(1) *Voluspa*, stroph. 2.

et une sphère parfaite, sont connues, mesurées et évaluées. Mais, avant d'exposer ce résultat des observations modernes les plus savantes, il est nécessaire d'indiquer sommairement quelques uns des rapports qui lient la terre aux autres corps célestes, et de montrer comment ces principes astronomiques engendrent les principes de la géographie mathématique (1).

La simple vue nous apprend que les étoiles dont la voûte nocturne du ciel est parsemée, semblent se mouvoir d'orient en occident, en décrivant des portions de cercle. Si on observe plus attentivement ce mouvement, il paraît se faire autour d'un point qui seul reste immobile; ce point a reçu le nom de *pôle* (2), c'est-à-dire pivot. L'étoile qui en est la plus voisine s'appelle *étoile polaire*. On conçoit que la voûte céleste s'offrant sous l'aspect d'une sphère, il doit y avoir dans la moitié qui est invisible pour nous, un autre point immobile, c'est le *pôle céleste austral;* celui que nous voyons est le *pôle céleste boréal*. La ligne imaginaire qui passe par ces deux points et par le centre du monde, se nomme l'*axe* du monde, d'un mot grec qui signifie *essieu*. Cette ligne passant à travers notre globe, en forme l'axe et marque en même temps sur la surface de la terre deux points, correspondans aux pôles du ciel, et qu'on nomme les *pôles terrestres*. Celui qui répond à l'étoile polaire se nomme le *pôle septentrional*, ou le *pôle nord*, ou le *pôle arctique* (3); et l'opposé, le *pôle austral*, ou le *pôle sud*, ou le *pôle antarctique* (4).

Le point de l'horizon qui répond au pôle nord, est le nord ou septentrion; du côté opposé se trouve le sud ou midi. Si nous concevons un cercle passant par ces deux points, et dont le plan soit perpendiculaire à l'horizon, il

(1) Comp. les Astronomies de *Lalande*, de *Biot*, etc. — (2) Du mot grec πόλος. — (3) Du mot grec Αρκτος, *l'Ourse*, constellation voisine du pôle nord. — (4) Des mots grecs αντι, contre, et αρκτος, l'ourse.

passera nécessairement par les pôles, et ce sera celui que les astronomes ont appelé le *méridien* : il partagera en deux parties égales l'hémisphère céleste visible, en sorte que les astres, au moment où ils se trouvent sur ce cercle, sont au milieu de leur course apparente ; c'est le passage du soleil par le même cercle qui marque l'instant de midi.

La ligne qui joint le point nord de l'horizon avec celui du midi, se nomme la *méridienne*. Une ligne perpendiculaire à la méridienne et qu'on imagine prolongée de part et d'autre jusqu'à l'horizon, détermine sur ce cercle deux points opposés, que l'on désigne sous les noms de *est* et *ouest*, ou *orient* et *occident*, ou *levant* et *couchant*.

Les dernières dénominations rappellent que l'un de ces points est du côté où les astres paraissent commencer leur course journalière ou se lever, que l'autre est du côté où ils semblent se plonger au-dessous du même cercle ou se coucher.

On peut résumer ces définitions sur un globe artificiel ou au moyen de la figure I.

Le cercle NEMO représente l'horizon, au centre duquel l'observateur A est placé ; les lettres *a*, *b*, *c*, et *d*, *e*, *f* indiquent les portions de cercle que paraissent décrire les astres autour du pôle céleste. Ceux dont la distance au pôle est moindre que l'arc PN, qui marque l'élévation du pôle nord au-dessus de l'horizon, paraissent décrire des cercles entiers, tels que *g*, *h*, *i*, *k* ; le point N est le nord de l'horizon, M le midi, et MN désigne par conséquent la ligne méridienne ; le demi-cercle MZN, dont le plan est supposé perpendiculaire sur celui de l'horizon NEMO, et qui passe par les points N et M, est le méridien céleste qui coupe, aux points *b* et *e*, les arcs *a*, *b*, *c*, et *d*, *e*, *f*, en deux parties égales.

Le point E est l'orient de l'horizon, et le point O y marque l'occident ; c'est de E vers O que les astres parais-

sent se mouvoir en passant au milieu de leur course par quelqu'un des points du cercle MZN.

La véritable cause de ces apparences est le mouvement par lequel la terre tourne autour de son axe d'occident en orient, dans l'espace de vingt-quatre heures. Nous allons en donner l'explication au moyen de la *figure* 2, qui représente le globe terrestre isolé; le point A est supposé le lieu de l'observateur, EMON son horizon, et la droite P*p* désigne l'axe autour duquel la terre exécute son mouvement de rotation.

On s'aperçoit facilement que l'horizon de l'observateur tournant avec lui pendant la rotation du globe, doit s'avancer successivement vers les astres, qui sembleront marcher pour s'approcher de l'horizon; de même que les rivages semblent se mouvoir aux yeux d'un spectateur placé sur un vaisseau qui vire de bord.

Le plan MZN du méridien, élevé sur la ligne méridienne NM, perpendiculairement au plan horizontal ENOM, tournant aussi avec ce dernier, se dirige successivement vers les mêmes astres, qui se trouvent alors au milieu de l'espace qu'ils semblent parcourir au-dessus de l'horizon. Quand le bord occidental de l'horizon est parvenu à un astre, cet astre paraît se coucher, et cesse ensuite d'être visible jusqu'à ce que le mouvement de la terre ait ramené sur lui le bord oriental de l'horizon.

Cette explication rend directement raison de l'apparition et de la disparition journalière des astres, et notamment du soleil. Mais, pour concevoir l'usage qu'on fait de ces apparences célestes en astronomie et en géographie, il faut remarquer que ces mouvemens ne se mesurent que par des *angles* sans aucun égard à la longueur absolue des distances. Par exemple, si l'astre π, *fig.* 2, se montre d'abord dans l'horizon sur le prolongement du rayon visuel AF, et ensuite sur celui du rayon AG, l'œil du spectateur

ne mesure que l'espace angulaire FG; il détermine l'arc du cercle compris dans cet angle, et non pas la longueur du rayon. Cet arc, comme tout le cercle, se divise en *degrés;* chaque cercle, grand ou petit, en comprend 360, et chaque degré est divisé en 60 *minutes*, subdivisées à leur tour en 60 *secondes*.

Il est donc facile de voir qu'on peut, sans erreur, substituer au plan horizontal tangent ENOM un plan parallèle mené par le centre de la terre; car, lorsqu'un astre situé en I paraîtra dans l'horizon tangent au point A, un observateur qui serait placé au centre de la terre, voyant le même astre sur la ligne CI, le trouverait seulement élevé de l'angle IC*n*, qui sera d'autant plus petit que l'astre est plus éloigné, ainsi qu'on le voit à l'égard de celui qui est situé au point H. La distance des astres étant presqu'infinie, comparativement au demi-diamètre de la terre, qui sépare le lieu de l'observateur du centre du globe, cet angle devient insensible pour les étoiles fixes et très-petit pour les planètes.

Nous substituons donc sans erreur la *figure* 3 à la précédente; nous prenons pour plan horizontal par rapport aux astres, le plan ENOM, mené par le centre de la terre parallèlement au plan qui la toucherait en A, ou, ce qui est la même chose, perpendiculairement au rayon CA tiré de ce point au centre de la terre. Nous concevons de même le méridien céleste MZN prolongé indéfiniment autour du centre C de la terre, par lequel il passe nécessairement puisqu'il est mené par l'axe P*p*. Il détermine alors sur la surface terrestre un cercle PA*p*, qui passe par les pôles, qui est le *méridien* terrestre du lieu A, et qui l'est aussi de tous les points situés sur sa circonférence. L'horizon qui passe par le centre de la terre s'appelle l'*horizon rationnel*, pour le distinguer de celui qui est tangent à la surface, et qu'on nomme *horizon sensible*.

Le point Z, qui répond dans le ciel perpendiculairement au-dessus de la tête de l'observateur, se nomme le *zénith;* la ligne droite qui passe par le zénith et le lieu de l'observateur, prolongée à travers le centre du globe, marque dans la partie opposée du ciel un autre point *z* que l'on appelle le *nadir.*

La position de la droite ZAC, que l'on nomme la *verticale*, est indiquée sur la terre par la direction que prennent dans leur chute les corps graves, comme celle du plan horizontal l'est par la surface que présentent des eaux tranquilles d'une petite étendue, sur laquelle la verticale, ou la ligne que marque un fil à plomb, se trouve perpendiculaire. La pesanteur tendant partout vers l'intérieur de la terre, agit en *a*, suivant la direction *za* opposé à ZA ; les corps en ce lieu tombent donc encore vers la surface de la terre. Les hommes qui sont en *a* ayant leurs pieds opposés aux pieds de ceux qui se trouvent en A, sont les *antipodes* de ces derniers. Le *zénith* des uns est le *nadir* des autres.

D'après la définition de l'horizon, on aperçoit sans peine qu'il doit changer de position par rapport aux astres, lorsque l'observateur change spontanément de lieu. S'il se transporte par exemple de A en *a*, *fig.* 4, en allant directement du nord au midi, ou en suivant le méridien, le rayon visuel horizontal qui était NM, deviendra *nm*, en sorte qu'un astre E placé sur le prolongement du premier rayon, paraîtra au lieu A, se trouvera élevé au-dessus de l'horizon *mn* d'un angle EC*m*, précisément égal à celui que forment les rayons CA et C*a* menés au centre de la terre. Car les angles ACM et *a*C*m* étant droits, si on en retranche l'angle commun MC*a*, il est évident que les angles MC*m* et *a*CA seront égaux.

C'est ainsi que Possidonius ayant remarqué qu'une étoile brillante désignée sous le nom de *Canopus*, paraissait à Rhodes dans l'horizon, tandis qu'elle se montrait, à

Alexandrie en Egypte, élevée de la 48e partie du cercle ou de 7 degrés et demi, en conclut que Rhodes se trouvait éloignée d'Alexandrie, dans le sens du méridien, de la 48e partie de ce cercle.

Il est vrai que le philosophe grec, ignorant que Rhodes et Alexandrie n'étaient point sous le même méridien, prétendit à tort avoir déterminé, par cette observation, la circonférence entière de la terre. Si même son résultat évalué en stades de 666 au degré se trouve juste (1), cette exactitude ne saurait être due à lui-même, puisqu'il comptait pour un arc de méridien, ce qui, dans le fait, n'en est point un. Mais son principe est vrai; c'est le même dont on se sert aujourd'hui pour parvenir aux déterminations les plus exactes. Il s'agit toujours de trouver, par les observations du même astre, dans quel rapport l'arc A*a* du méridien qui passe par les deux points d'observation, est avec la circonférence entière; on mesure ensuite la distance itinéraire de ces points.

Par cette observation on établit le rapport d'un lieu *a* à un autre lieu A; mais, pour déterminer d'une manière absolue la position de ces points, on a besoin d'un terme fixe de comparaison. A cette fin, on conçoit par le centre de la terre perpendiculairement à son axe de rotation, un plan qui détermine sur sa surface une circonférence GEF, *fig.* 5, dont tous les points sont à égale distance des pôles P et *p*, et qu'on nomme *équateur*. Lorsqu'on est placé sur ce cercle, les deux pôles sont dans l'horizon; mais à mesure qu'on s'en éloigne pour s'approcher de l'un des pôles, celui-ci s'élève tandis que l'autre s'abaisse. C'est ainsi que lorsqu'on est en *a*, *fig.* 4, le pôle P paraît élevé au-dessus de l'horizon de l'espace angulaire PC*n*; et quand on passe en A, cet angle augmenté de NC*n* devient PCN.

(1) *Gossellin*, Géog. analys.

L'angle qui mesure la hauteur du pôle au-dessus d'un horizon quelconque, est égal à celui qui mesure la distance angulaire d'un lieu à l'équateur, comptée dans le sens du méridien. Car les angles ACN et GCP, *fig.* 5, étant droits, si on en retranche l'angle commun ACP, les restes ACG et NCP seront égaux. On voit aussi par la même figure, que la hauteur MCG à laquelle les points de l'équateur paraissent sur l'horizon, est le complément de l'angle ACG.

Lors donc qu'on parviendra à déterminer dans un lieu quelconque la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, on connaîtra la distance angulaire de ce lieu à l'équateur, ou le nombre des degrés de l'arc du méridien intercepté entre ce lieu et l'équateur.

Dans les lieux où l'un des pôles est élevé sur l'horizon, les étoiles dites *circompolaires*, c'est-à-dire celles qui ne se couchent point, fournissent immédiatement cette détermination. Comme elles paraissent décrire un cercle autour du pôle céleste, elles ne peuvent que s'en écarter également dans tous les sens; et comme elles passent deux fois au méridien, pendant une révolution diurne de la terre, savoir, une fois au-dessus du pôle et une fois au-dessous, l'on n'a qu'à mesurer leur angle d'élévation dans chacune de ces positions, et à prendre le milieu entre les deux résultats, pour connaître l'élévation du pôle.

En mesurant, par exemple, à Paris, pendant une longue nuit d'hiver, les deux hauteurs méridiennes de l'étoile polaire, on trouvera :

Lorsqu'elle passe au-dessus du pôle..	50° 37′	environ.
Lorsqu'elle passe au-dessous.....	47° 4′	
La somme étant.....	97° 41′	
La moitié sera environ.....	48° 50′	

Ce qui est, à quelques secondes près, la hauteur du

pôle au-dessus de l'horizon de Paris, ou, si l'on veut, la distance de cette ville à l'équateur.

Pour déterminer la position d'un lieu de la terre, il ne suffit pas d'en connaître la distance à l'équateur, parce que cette distance est commune à tous les lieux situés sur un cercle que tracerait à la surface du globe un plan parallèle à l'équateur, et passant par le lieu en question. Pour distinguer les lieux également distans de l'équateur, il faut connaître leur méridien qui est différent pour chacun d'eux; l'observation des mouvemens célestes en donne encore le moyen que nous allons indiquer. Les plans des divers méridiens PA*p*, PL*p'*, PM*p*, etc., *fig.* 6, se coupant tous dans l'axe PC*p* et tournant sur cette ligne, répondent successivement à la même étoile; et pendant le passage de deux méridiens quelconques par cette étoile, il doit s'écouler un temps qui est à la durée de la rotation entière, comme l'angle que font ces méridiens est au cercle entier; d'où il suit que si l'on pouvait mesurer le premier intervalle pour le comparer au second, on en conclurait l'angle que les deux méridiens proposés font entre eux. On y parviendrait si l'on pouvait indiquer par un signal visible en même temps dans des lieux placés sous les deux méridiens, le moment où une étoile paraît sur l'un de ces méridiens; car cet instant étant marqué, une horloge bien réglée donnerait la mesure du temps qui s'écoulerait entre ce passage et celui de la même étoile sur l'autre méridien. Connaissant par ce moyen l'angle sur le méridien PL*p*, passant par le lieu L, fait avec le méridien PA*p*, passant par un lieu donné A, le lieu L sera entièrement déterminé, supposé qu'on ait déja sa distance GL à l'équateur EGF, puisqu'il se trouvera, à l'intersection du parallèle LM, mené à cette distance, et du demi-cercle PLP.

La distance d'un lieu à l'équateur, comptée sur le méridien, se nomme *latitude :* elle est *septentrionale* ou *nord*

lorsque le lieu est placé entre le pôle de ce nom et l'équateur; elle est *méridionale* ou *sud* dans l'hémisphère opposé.

L'angle de deux méridiens, mesuré par les arcs de l'équateur ou d'un cercle parallèle, est la *différence en longitude* des lieux situés sous ces deux méridiens. Pour pouvoir compter ces différences d'une manière absolue, il faut convenir d'un *premier méridien*, dont le choix est arbitraire et a varié d'un siècle à l'autre, ainsi que nous le verrons dans un Livre suivant. La *longitude* absolue d'un lieu est donc l'angle que forme le méridien du lieu avec le premier méridien.

Nous venons de voir que la détermination de la longitude de deux lieux terrestres exige un signal visible en même temps de l'un et de l'autre lieu. Il est évident que, pour des lieux séparés par une distance tant soit peu considérable, les seuls signaux assez élevés doivent être cherchés parmi les astres. C'est en effet au moyen de ces corps célestes que le géographe détermine la position des lieux. Il faut donc qu'il prenne une idée de leurs mouvemens, et surtout de ceux du soleil et de la lune.

Outre le mouvement diurne apparent qu'il partage avec tous les astres, le soleil, dans le cours d'une année, semble changer de lieu de deux manières. D'abord il semble s'élever et s'abaisser alternativement vers l'un et l'autre pôle ou vers le nord et le midi. Ensuite, si on le compare aux astres, il paraît ou qu'il recule journellement vers l'orient, ou que les astres s'avancent dans le sens opposé; car les étoiles que l'on a vues d'abord se coucher après le soleil, semblent, le soir suivant, perdues dans les rayons du soleil couchant; quelques jours après, elles reparaissent à l'orient, et leurs levers précèdent de plus en plus celui de l'astre du jour. Enfin, après une année ou environ 365 jours, les étoiles et le soleil se retrouvent dans la même position.

La complication de ces mouvemens est encore surpassée par la confusion que présente la marche apparente des autres planètes; tantôt elles semblent entraînées par un tourbillon impétueux, tantôt elles paraissent devenir stationnaires ou même rétrogrades. L'impossibilité de concilier cette anarchie des cieux avec les principes les plus simples de la physique, engagea dans un labyrinthe d'hypothèses contradictoires les Ptolémée, les Tycho-Brahé et les autres partisans de l'immobilité de notre globe. Copernic débrouilla ce chaos, en supposant avec quelques anciens philosophes, qu'en même temps que la terre tournait sur son axe d'occident en orient, dans l'intervalle d'un jour, sa masse, emportée dans l'espace absolu d'orient en occident, faisait, dans un plan incliné à l'équateur, autour du soleil, une révolution entière dans l'intervalle d'une année.

Ce double mouvement que plusieurs esprits ont encore de la peine à concevoir, se présente cependant à nos yeux dans la *toupie*, avec laquelle les enfans s'amusent : tandis qu'elle tourne rapidement sur le morceau de fer qui la traverse, et qui forme son axe, elle décrit encore sur le sol des courbes très-variées, et qui dépendent de la manière dont elle a été lancée.

Passons à l'explication des mouvemens apparens du soleil, d'après l'hypothèse de Copernic. L'axe de la terre, incliné par rapport au plan dans lequel le centre de la terre exécute son mouvement autour du soleil, mais demeurant toujours parallèle à lui-même, présente alternativement chacune de ses extrémités ou chacun des pôles vers le soleil. C'est ce que montre la *fig.* 7, où les lignes P*p* parallèles entre elles, représentent l'axe de la terre, S le centre du soleil, et ABCD la courbe elliptique décrite autour du soleil par la terre. Ce parallélisme fait que le pôle P, le plus rapproché du soleil lorsque la terre est en B, devient le plus éloigné quand la terre est en D,

parce que dans la première situation, l'inclinaison de la partie BP de l'axe terrestre est dirigée en dedans de la courbe ABCD, tandis qu'au point D elle se trouve l'être en dehors. Il y a deux points intermédiaires A et C, dans lesquels l'axe P ne penche ni vers le soleil ni du côté opposé; et la ligne CSA qui joint le centre du soleil et celui de la terre dans ces deux positions opposées, est perpendiculaire sur l'axe P*p*. Dans tous les autres points de l'orbite ABCD, l'axe terrestre penchera nécessairement ou vers le soleil ou du côté opposé; et comme ce sont ces deux positions qui produisent les saisons, nous allons les considérer plus en détail.

Examinons la position où le pôle P se trouve le plus rapproché du soleil, et qui est retracée dans la *fig.* 8.

On voit d'abord que la surface terrestre se partage à chaque instant en deux parties, celle qui regarde le soleil étant éclairée, tandis que celle qui est du côté opposé reste obscure. La limite qui sépare ces deux parties est déterminée par le grand cercle IL*k*, mené perpendiculairement à la ligne SO, qui joint les centres du soleil et de la terre. Nous supposons les rayons du soleil parallèles à cette ligne, attendu que la grande distance du soleil et le petit diamètre de la terre rendent toute convergence ou divergence insensible. Il reste donc évident que le cercle IL*k*, nommé *cercle d'illumination*, embrasse toute la surface que la terre présente au soleil. Cela posé, l'équateur ELF étant un grand cercle, se trouve partagé en deux parties égales par le cercle d'illumination; chacun de ses points parcourt la moitié de la circonférence dans la partie éclairée de la terre, et jouit par conséquent de la présence du soleil pendant la moitié du temps de la rotation de la terre. Tous les cercles que décrivent les différens points de l'arc PE, sont partagés de plus en plus inégalement par le cercle d'illumination, à mesure qu'ils se rapprochent du pôle; la plus

grande des deux portions se trouve dans la partie éclairée, et la plus petite dans la partie obscure : pour tous ces points, la durée du jour surpasse donc de plus en plus celle de la nuit. Il n'y a même pas de nuit pour toute la région renfermée dans le cercle IK, décrit par le point I où passe le rayon solaire qui rase la terre le plus près du pôle P, parce que ce cercle est tout entier dans la partie éclairée.

Dans l'autre hémisphère E*p*F, tout se passe en ordre inverse. La durée des nuits surpasse de plus en plus celle des jours, et la région polaire, se trouvant tout entière dans la partie obscure, n'a point de jour.

On voit encore, par la même figure, que tous les points du cercle tangent à la ligne SHO qui joint les centres du soleil et de la terre, viennent successivement recevoir les rayons perpendiculaires du soleil, tandis qu'en s'éloignant vers l'un ou l'autre pôle, on ne jouit plus que des rayons obliques. Il en suit que, plus un lieu est voisin du cercle qui passe par GH, plus il voit le soleil s'élever sur son horizon.

Quand la terre se trouve au point A ou C, *fig.* 7, le rayon solaire SA ou SC, dirigé vers le centre de la terre, est perpendiculaire à l'axe P*p*, et celui-ci tombe dans le plan du cercle d'illumination, qui partage alors en deux parties égales l'équateur et tous les cercles qui lui sont parallèles; en sorte que la partie éclairée en embrasse autant que la partie obscure. Alors la durée du jour se trouve égale à celle de la nuit pour tous les points de la surface terrestre. On nomme *équinoxes* les époques auxquelles le centre de la terre arrive à ces deux positions. Comme le soleil est alors dans le plan de l'équateur, ce cercle prend aussi le nom de *ligne équinoxiale*, ou simplement de la *ligne*.

Le temps que la terre emploie à aller du point A au

point B, et pendant lequel le pôle P s'approche de plus en plus du soleil, est le printemps astronomique pour l'hémisphère EPF; le plan de l'équateur s'abaissant de plus en plus par rapport au soleil, cet astre paraît s'élever vers le pôle. Parvenu au point B, le demi-axe BP de la terre, ayant pris sa plus grande inclinaison possible vers le soleil, cet astre paraît alors le plus près du pôle P; c'est à ce point que commence l'été de l'hémisphère EPF. La situation de l'axe P*p* changeant très-peu pendant plusieurs jours, on a nommé ce point *solstice* d'été. C'est la position que nous avons examinée en détail d'après la *figure* 8; c'est l'été de nos régions. La terre étant arrivée au second équinoxe C, l'hémisphère dont nous nous occupons voit commencer l'automne. Alors le soleil, en paraissant s'abaisser, est revenu dans le plan de l'équateur. Après son passage par le point C, le demi-axe CP s'inclinant de plus en plus du côté opposé au soleil, cet astre continue de paraître s'abaisser au-dessous de l'équateur, jusqu'à ce que la terre soit en D, point où commence l'hiver de l'hémisphère EPF; l'axe demeurant aussi plusieurs jours presque dans la même situation, on a nommé ce point *solstice* d'hiver. La position de la terre à ce point peut être examinée en détail à l'aide de la *figure* 9, qui représente l'hiver de nos régions. La durée de cette saison est marquée par le temps que la terre emploie à revenir au point A. Pendant cet intervalle, le pôle P se rapproche du soleil, qui par conséquent semble remonter vers l'équateur, où il arrive quand la terre, se retrouvant au point A, vient d'achever sa révolution annuelle.

Il est facile de concevoir que dans l'hémisphère opposé, E*p*F, la succession des saisons doit suivre un ordre contraire, de sorte que le printemps de cet hémisphère répond à l'automne de l'autre, et ainsi de suite.

Remarquons encore que l'orbite de la terre, ABCD,

figure 7, étant une ellipse ou cercle allongé dont le soleil occupe un des foyers, la terre emploie plus de jours à aller du point d'équinoxe du printemps A, par le solstice d'été B, au point d'équinoxe d'automne C, que pour décrire l'autre partie de son orbite. Cette circonstance donne à l'hémisphère boréal que nous habitons, l'avantage d'un printemps et d'un été un peu plus longs que ceux dont jouissent les habitans de l'hémisphère opposé.

Les premiers astronomes, pour mieux calculer ce mouvement apparent du soleil, le rapportèrent aux *constellations* ou groupes d'étoiles fixes que cet astre paraît traverser successivement, et qui sont au nombre de douze. L'espace que le soleil parcourt dans une saison en embrasse trois. Voici leurs noms et les caractères dont on se sert pour les représenter :

♈ *le Bélier,*	♉ *le Taureau,*	♊ *les Gémeaux,*
♋ *le Cancer,*	♌ *le Lion,*	♍ *la Vierge,*
♎ *la Balance,*	♏ *le Scorpion,*	♐ *le Sagittaire,*
♑ *le Capricorne,*	♒ *le Verseau,*	♓ *les Poissons* (1).

Ces images d'animaux que l'astronomie primitive avait transportées dans les cieux, firent donner à la bande qu'occupent ces constellations le nom de *zodiaque* (2); chaque constellation s'appela un *signe.* Il est bon d'observer que par l'effet d'un mouvement particulier, mais très-lent, de l'axe de la terre, les *constellations* ne répondent plus aux mêmes points de l'orbite terrestre, mais comme on a restreint le nom de *signes* aux douze divisions de la circonférence du cercle qui mesure la révolution entière de la

(1) Pour aider la mémoire, les deux vers latins suivans comprennent les noms des 12 signes du zodiaque dans l'ordre où le soleil les parcourt :

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

(2) De ζῶδιον, animal.

terre, et comme ces divisions, dont chacune est de 30 degrés, ne changent point, l'équinoxe du printemps répond toujours au premier point du signe du bélier, le solstice d'été coïncide avec le premier point du cancer, l'équinoxe d'automne arrive au premier point de la balance, et le solstice d'hiver au premier point du capricorne, bien que les constellations ou groupes d'étoiles de mêmes noms aient cessé d'être en rapport avec ces saisons.

En paraissant s'approcher alternativement de chaque pôle, le soleil passe successivement au zénith de tous les points de la terre, compris entre les deux cercles GH et *gh* (*figures* 8 et 9), parallèles à l'équateur, et sur lesquels ses rayons tombent à plomb au solstice d'été ou à celui d'hiver. Ces limites où le soleil semble s'arrêter et revenir sur ses pas, portent le nom de *tropiques* (1); celui qui répond au solstice d'été est le *tropique du cancer*, et l'autre le *tropique du capricorne.*

Les cercles IK et *ik*, qui terminent vers chaque pôle la partie que le soleil éclaire, lorsqu'il est dans l'hémisphère opposé, ont reçu le nom de *cercles polaires*; l'un est l'*arctique* et l'autre l'*antarctique.*

Les cercles polaires et les tropiques partagent la surface terrestre en cinq portions, qu'on nomme *zones*, c'est-à-dire bandes; celles qui sont renfermées dans chaque cercle polaire, étant privées du soleil une grande partie de l'année, ou n'en recevant jamais les rayons que très-obliquement, ont mérité le nom de *zones glaciales.* Deux autres zones comprises dans chaque hémisphère, entre le cercle polaire et le tropique, n'ont jamais le soleil à plomb, mais reçoivent ses rayons moins obliquement que les zones glaciales; ce sont les *zones tempérées.* Enfin la bande, circonscrite par les deux tropiques, dont chaque point passe deux fois sous le soleil dans l'année, et qui toujours reçoit les rayons de

(1) De τροπη, retour.

cet astre dans une direction peu oblique, a reçu la dénomination outrée de *zone torride*. Nous reviendrons ailleurs sur les qualités physiques de ces grandes régions du globe.

Les anciens géographes ont établi une division de la terre en *climats*, fondée sur la durée du jour comparée à celle de la nuit, au solstice d'été. Les climats se comptent par différence de demi-heure jusqu'au cercle polaire, où les différences se succèdent plus rapidement; on les compte dès lors par mois. Nous avons indiqué ces divisions dans une de nos *tables* (1).

La diverse distribution des saisons, dans les hémisphères situés au nord et au sud de l'équateur, a fait donner aux habitans de la terre des dénominations qu'il faut connaître, parce qu'on les rencontre quelquefois dans les géographies d'une date ancienne. Les peuples qui sont placés, l'un au midi, l'autre au nord de l'équateur, mais sur le même méridien et à la même latitude dans chaque hémisphère, sont *antœciens* (2); ils comptent les mêmes heures aux mêmes instans, mais ils ont des saisons opposées. Ceux qui sont du même côté de l'équateur, mais placés sous des méridiens opposés, sont les *periœciens* (3) : ils comptent au même instant des heures opposées, les uns ayant minuit quand les autres ont midi, mais étant du côté du même pôle, ils ont les mêmes saisons.

Les géographes anciens ont également établi une division des habitans de la terre, d'après la situation des ombres. Ils ont nommé *eterosciens* (4), ceux qui sont placés dans les zones tempérées, parce que leur ombre est toujours tournée vers le pôle; *perisciens* (5), ceux qui, habitant les zones glaciales et jouissant, dans un temps de l'année, de

(1) Voyez à la fin du volume, *Table des climats*. — (2) De αντι, contre, et οικια, habitation. — (3) De περι, autour, et οικια, habitation.

(4) De ετερος, divers, et σκια, ombre. — (5) De περι, et σκια; voyez ci-dessus.

la présence du soleil pendant vingt-quatre heures et plus, voient cet astre tourner autour de leur horizon, et projeter leur ombre dans tous les sens; *amphisciens* ou *asciens* (1), les habitans de la zone torride, dont les ombres presque nulles à midi, sont alternativement tournées vers un pôle et vers l'autre.

En s'attachant à considérer les phénomènes locaux, les géographes ont distingué trois situations de la *sphère*, c'est-à-dire, de l'ensemble des divers cercles que nous avons fait connaître et auxquels on rapporte la position des astres. Les habitans de l'équateur ont la *sphère droite*, parce que le plan de ce cercle passant par le zénith est, pour eux, perpendiculaire à l'horizon, et qu'en conséquence les astres, qui dans leur mouvement diurne paraissent décrire des parallèles à l'équateur, semblent monter et descendre à plomb par rapport à l'horizon. Depuis l'équateur jusqu'aux pôles, ce cercle coupant l'horizon obliquement, on a la *sphère oblique*, parce que la route diurne des astres est inclinée à l'horizon. Enfin, à l'un et à l'autre pôle, l'horizon est l'équateur même, et les astres paraissent se mouvoir parallèlement à ce cercle; ainsi un habitant du pôle, s'il y en avait, aurait la *sphère parallèle*.

L'étendue des zones et des climats est déterminée par l'inclinaison de l'axe de la terre sur le plan de l'écliptique; et cette inclinaison se découvre en observant dans un même lieu la plus grande et la plus petite des hauteurs du soleil, lorsqu'il passe par le méridien au solstice d'été et à celui d'hiver. Car, puisque, dans l'un et l'autre cas, le soleil s'écarte également de l'équateur de côté et d'autre, ce cercle doit couper le méridien à une hauteur moyenne, entre les deux hauteurs extrêmes du soleil, et la différence de celles-ci est le double de la quantité angulaire dont le soleil s'élève et s'abaisse par rapport à l'équateur; on déter-

(1) De αμφι, autour, ou de α, sans, et σκια.

minera donc à la fois cette quantité, et la position de l'équateur sur l'horizon, d'où l'on conclura la latitude du lieu des observations.

A Paris, par exemple, le soleil s'élève au solstice d'été à 64° 38′ au-dessus de l'horizon, et seulement à 17° 42′ au solstice d'hiver. La somme de ces hauteurs est 82° 20′, dont la moitié est 41° 10′. C'est la hauteur de l'équateur sur l'horizon de Paris; et prenant le complément de cet arc à 90°, on trouve que la distance de l'équateur au zénith, ou la latitude de Paris, est de 48° 50′.

En retranchant l'une de ces hauteurs du soleil, de l'autre, on trouve une différence de 46° 56′, dont la moitié, valant 23° 28′, donne l'arc dont le soleil s'écarte de l'équateur vers l'un et l'autre pôles. Cet arc mesure l'angle que font entr'eux les plans de l'équateur et de l'écliptique.

C'est ce qu'on nomme l'*obliquité de l'écliptique*. Elle n'est pas invariable; les observations et le calcul des forces qui produisent les mouvemens des planètes, ont prouvé que l'inclinaison de l'équateur terrestre par rapport à l'écliptique, reçoit une diminution d'environ 52″, par siècle, jusqu'à ce qu'elle parvienne à un terme qui n'est pas encore bien déterminé, passé lequel elle recommencera à croître (1). Les zones terrestres varient donc en proportion de ce changement. En nous tenant au terme moyen actuel de l'obliquité de l'écliptique, nous trouvons que si l'on partageait la surface de la terre en 10,000 parties égales, la zone torride en occuperait 3,982, tandis que les deux tempérées en rempliraient 5,191, et les deux glaciales 827.

Les deux mouvemens combinés de la terre produisent, dans la fixation du temps, une différence qui influe sur les méthodes d'après lesquelles on détermine les positions géo-

(1) *Laplace*, Système du monde, pag. 11 et 197.

graphiques. On distingue plusieurs espèces de *jours* et d'*années*.

L'*année tropique* ou *solaire* est l'intervalle qui s'écoule entre le passage du soleil à l'un des équinoxes, et son retour au même point; elle comprend 365 jours moyens 5 heures 48′ 50″.

La position des équinoxes, sur le plan de l'écliptique, dépendant de la situation de l'axe terrestre, change, par rapport aux étoiles, en vertu d'un petit mouvement particulier de cet axe, en sorte que les points équinoxiaux rétrogradent d'environ 50″ par an, par rapport aux étoiles qui paraissent en conséquence s'avancer de cette quantité dans le sens de l'écliptique; et cette circonstance ou la *précession des équinoxes* allonge un peu la révolution annuelle par laquelle la terre revient à la même position à l'égard des étoiles. Elle se nomme *année sidérale*, et dure 365 jours 6 heures 9′ 12″ (1).

La durée du jour astronomique *moyen*, divisé en vingt-quatre heures, est marquée par l'intervalle qui s'écoule entre deux passages consécutifs du soleil par le méridien du même lieu, en supposant le mouvement apparent du soleil d'une vitesse uniforme. Mais notre terre n'emploie

(1) Le phénomène de la *précession des équinoxes* s'explique par les lois de l'attraction. Pendant sa révolution annuelle, la terre est attirée par le soleil et par la lune; ce mouvement et cette attraction contribuent à déranger insensiblement son axe : on a évalué ce déplacement à un degré par 72 années. Ainsi, après un espace de temps 360 fois plus considérable la révolution s'accomplit, ou, en d'autres termes, la terre a repris sa position première, et le pôle se trouve dans sa direction primitive au bout de 25,920 ans. Par une conséquence forcée de ce phénomène, l'étoile polaire ne sera plus un jour dans la direction du pôle; déjà ce mouvement s'est fait sentir : Syène, en Egypte, était autrefois sous le tropique; depuis 3000 ans l'obliquité de l'écliptique a diminué de 26′ 3″; le soleil n'est plus à l'équinoxe du printemps dans le signe du bélier. Dans la moitié de la période énoncée ci-dessus, c'est-à-dire dans 12,960 ans, nous aurons le printemps à l'époque où nous avons l'automne, et dans 25,920 ans les saisons seront tout-à-fait dans l'ordre qui règne maintenant. J. H.

pas tout-à-fait vingt-quatre heures dans sa rotation, parce que, dans cet espace de temps, elle parcourt, en outre, pour ramener le même méridien au soleil, un espace angulaire égal à celui que son mouvement annuel, qui est en sens contraire de son mouvement diurne, lui a fait décrire autour du soleil; en sorte que l'intervalle entre deux passages d'une étoile fixe au même méridien, qui mesure la véritable durée de la rotation terrestre ou du *jour sidéral*, n'est que de 23 heures 56′ 4″. Par cette différence, les étoiles paraissent gagner chaque jour sur le soleil environ 4′ de temps dans leur passage au méridien.

Ainsi, quoique la durée de la rotation de la terre soit uniforme dans tous les temps, le jour *solaire* ne l'est pas, parce qu'il se compose, comme on vient de le dire, du temps de la rotation de la terre, et de celui qu'elle emploie à décrire autour de son axe, l'angle qui compense la quantité dont elle a tourné autour du soleil par l'effet de son mouvement annuel; or, ce dernier mouvement qui ne s'effectue pas dans un cercle, mais dans une ellipse dont le soleil occupe le foyer, n'est pas d'une vitesse uniforme. Le concours de ces circonstances fait que la durée des jours solaires, comparée à celle de la rotation de la terre, est tantôt moindre et tantôt plus grande que vingt-quatre heures; et la série de ces différences forme ce qu'on appelle l'*équation du temps*, ou la quantité qu'il faut dans certaines saisons ajouter, et dans d'autres soustraire à l'heure indiquée par les horloges réglées sur le soleil et marquant le *temps vrai*, si l'on veut en conclure le *temps moyen* ou astronomique. Or, c'est au temps moyen que se rapportent les tables astronomiques à l'aide desquelles on calcule les mouvemens des astres, et, par eux, les positions géographiques.

Nous avons considéré la terre en rapport avec le soleil; mais elle l'est encore très-directement avec la *lune*, qui, en tournant autour d'elle, l'accompagne dans sa révolution

autour du soleil. La lune emploie 27 jours 7 heures 43′ 11″ à accomplir, d'occident en orient, sa révolution autour de la terre par rapport aux points équinoxiaux; mais quand on la compare au soleil, qui pendant ce temps paraît s'avancer dans le même sens, elle emploie 29 jours 12 heures 44′ 3″ à parcourir la circonférence entière du ciel, plus le chemin fait par le soleil en apparence ou en réalité par la terre. Telle est la *révolution synodique*, ou le mois lunaire, qui commence au moment où la lune se trouve directement entre le soleil et la terre, ce qu'on nomme *en conjonction*. Cet aspect est représenté dans la *figure* 10, où S désigne le soleil, T la terre et L la lune.

Pendant cette révolution, la lune prend, à l'égard du soleil, plusieurs situations, desquelles résultent les aspects ou *phases*. En effet, la lune étant un corps opaque, comme toutes les planètes, ne peut être aperçue qu'autant qu'elle renvoie sur la terre les rayons lumineux qu'elle reçoit du soleil; elle ne devient donc visible pour nous que lorsqu'après avoir passé le point N, elle commence à tourner vers la terre une portion ou segment de son disque éclairé, qui s'agrandit à mesure qu'elle s'éloigne du soleil pour passer du côté opposé en O. La terre se trouvant alors entre ces deux astres, on voit en entier l'hémisphère éclairé de la lune qui, dans cet état, paraît pleine et en *opposition* avec le soleil.

La conjonction et l'opposition de la lune par rapport au soleil, ou la nouvelle et la pleine lune, sont les *syzygies*. Quand la lune est éloignée du soleil d'un quart de circonférence, comme en P et D, elle est en *quadrature*. On n'aperçoit que la moitié de son hémisphère éclairé. C'est le premier ou le dernier quartier, selon que son bord arrondi est tourné à l'occident ou à l'orient (1).

On pourrait être tenté de croire que la lune devrait

(1) Voyez la *figure* 11, qui donne l'aspect des phases de la lune.

toujours, lorsqu'elle est en conjonction avec le soleil, nous cacher en tout, ou au moins en partie, le disque de cet astre, et, lorsqu'elle est en opposition, se trouver dans l'ombre que la terre porte derrière elle, et cessant d'être éclairée par le soleil, devenir invisible, de sorte qu'il y aurait, dans le premier cas, *éclipse de soleil*, et dans le second, *éclipse de lune*. Ces phénomènes arrivent en effet souvent dans les circonstances que nous venons d'indiquer; mais ils n'ont pas lieu à toutes les nouvelles et pleines lunes, parce que, l'orbite décrite par la lune autour de la terre n'étant pas dans le même plan que celle de la terre autour du soleil, il arrive le plus souvent que dans la conjonction la lune se trouve un peu au-dessous ou au-dessus du soleil, et dans l'opposition un peu au-dessus ou au-dessous de l'ombre de la terre; les éclipses du soleil ou de la lune n'ont lieu que lorsque la conjonction ou l'opposition se fait dans le voisinage des points, nommés les *nœuds*, où l'orbite de la lune coupe l'écliptique. On comprendra mieux ces particularités en comparant la *figure* 10, qui représente en *plan géométral*, les orbites de la terre et de la lune, et la *fig.* 12, qui montre la *coupe* ou *profil*, suivant la ligne ST. Cette ligne ST désigne le plan de l'écliptique, et L*l* celui de l'orbite lunaire. L'examen de cette figure suffit, sans aucune explication, pour voir quand il peut y avoir éclipse ou non. Mais le détail de ces circonstances et le calcul des éclipses appartiennent à l'astronomie, et nous ne devons en parler ici que pour faire connaître en quoi l'observation de ces phénomènes sert à fixer la longitude d'un lieu de la terre.

Nous savons que la détermination d'une longitude revient à celle de l'heure que l'on compte au même instant en deux points différens, par l'observation d'un signal instantané qui puisse être aperçu dans ces deux points.

Les éclipses de lune remplissent ce but; car un point donné du disque lunaire se plonge dans l'ombre de la

terre au même instant pour tous les lieux où cet astre est visible; et les taches dont son disque est parsemé donnent le moyen de faire plusieurs observations dans la même éclipse, en marquant avec soin le temps de la disparition de chaque tache, à son entrée dans l'ombre ou l'*immersion*, et celui de la sortie de l'ombre ou l'*émersion*. Si les mêmes observations ont été faites dans un lieu dont la position soit connue, la différence entre les temps déterminés dans chaque lieu par la même circonstance, donne la différence des longitudes. Si tous les résultats obtenus ne se rapportent pas exactement, on prend ordinairement un milieu entre toutes les observations, mais il vaut beaucoup mieux examiner en détail les circonstances qui ont accompagné chaque observation, apprécier d'après ces données la bonté relative de chacune d'elles, et ne comparer que celles qui sont à l'abri de tout soupçon d'inexactitude (1).

Il n'est pas absolument nécessaire d'avoir des observations correspondantes à celles qu'on a faites dans le lieu dont on veut connaître la longitude. Les almanachs astronomiques, tels que la *Connaissance des temps* des Français, le *Nautical almanach* des Anglais, ou le Calendrier *du Navigateur* des Danois, offrent des calculs d'éclipses faits d'avance pour un point connu.

C'est ainsi que l'éclipse de lune du 30 juin 1787, observée par l'astronome Beauchamp, à *Casbin*, place située dans le voisinage de la mer Caspienne, a servi à Lalande à déterminer la longitude de ce lieu. La fin de l'éclipse ou la sortie totale du disque lunaire de l'ombre de la terre, ayant eu lieu pour *Casbin* à 7 heures 45′ 30″ temps vrai, et le calcul donnant pour Paris 4 heures 36′ 38″, la différence qui est de 3 heures 8′ 52″, répond à la différence des méridiens de Paris et de *Casbin*. Si on la convertit en de-

(1) *Burg*, dans *Zach*, Correspond. astronomique, IV, 629. *Oltmanns*, Recherches sur la géographie du nouveau Continent, *passim*.

grés à raison de 15 pour une heure, ce qui donne 15 minutes de degré pour une minute de temps, et 15 secondes de degré pour une seconde de temps, on trouvera pour 3 heures 8′ 52″ en temps, la somme de 45° 13′ en arc. Telle est, par rapport au méridien de Paris, la longitude de Casbin, résultante de l'observation ci-dessus. Mais les éclipses de la lune offrent un grand inconvénient : c'est la difficulté qu'on éprouve à observer avec précision l'instant où la lune entre dans l'ombre; on ne saurait donc répondre de quelques secondes de temps dans la détermination des phases d'une éclipse de lune, et 4″ de temps font déjà une minute de degré.

Nos lecteurs doivent déjà avoir fait la réflexion que si, parmi les planètes qui décrivent toutes, comme la terre, une orbite autour du soleil, il y en a qui soient environnées de satellites, ces corps se trouvant dans des circonstances semblables à celles qui produisent les éclipses de lune, se plongeront dans l'ombre de leur planète; et si l'on peut observer leur disparition et leur apparition dans plusieurs lieux à la fois, on en fera pour la détermination des longitudes, le même usage que des éclipses de lune. C'est ainsi que la géographie astronomique tire un parti important de l'observation des éclipses des quatre satellites qui accompagnent *Jupiter*, planète remarquable par sa grandeur et par l'éclat de la lumière qu'elle nous réfléchit. Il y a bien deux autres planètes, Saturne et Uranus, auxquelles on a reconnu des satellites; mais, leur petitesse et leur éloignement ne les rendant perceptibles qu'au moyen des plus grandes lunettes ou des plus forts télescopes, l'observation de leurs éclipses est à peu près impraticable. Les satellites même de Jupiter ne sont pas tous également propres à l'usage des observateurs; car ici, comme dans les éclipses de la lune, le moment précis de l'immersion et de l'émersion est toujours un peu incertain,

surtout pour le second et le troisième satellite (1). L'utilité dont les satellites de Jupiter peuvent néanmoins être, a engagé les astronomes à dresser des tables pour prédire leurs immersions, afin que l'on puisse, comme dans les éclipses de lune, se passer des observations correspondantes (2).

Les éclipses du soleil servent aussi à la détermination des longitudes; mais le calcul n'est pas aussi simple que pour les éclipses de lune; il ne peut guère être fait que par ceux qui sont très-versés dans l'astronomie; Lalande, en s'en occupant avec soin, a, par leur secours, rectifié les positions d'un grand nombre de lieux importans. La difficulté du calcul naît de ce que la situation relative du soleil et de la lune n'est pas la même pour les différens points où l'on aperçoit en même temps ces deux astres. Il arrive à cet égard ce qu'on remarque dans les nuages qui, vus d'un certain point, paraissent sous le soleil, et jettent leur ombre dans un espace limité hors duquel le soleil se montre tout entier. Quand on est sur les bords de cette ombre, on peut apercevoir une partie du disque du soleil, mais les diverses apparences changent à chaque instant par l'effet des mouvemens relatifs du soleil, du nuage et du spectateur. Pour appliquer l'observation d'une éclipse du soleil à la recherche des longitudes, il faut en avoir déterminé plusieurs phases, comme le commencement et la fin, en conclure le milieu, et tirer des tables astronomiques les données propres à fixer la position respective des lignes parcourues par le centre du soleil et celui de la lune pendant l'éclipse, afin de pouvoir calculer l'instant où les deux astres ont été en conjonction. Connaissant l'heure qu'il était à ce même instant dans un lieu donné, on déduira de la différence de ces temps celle des longitudes.

(1) *Rossel*, Voyage d'Entrecasteaux, II, 245. *Zach*, Correspondance astron., I, 421. — (2) Tables des satellites de Jupiter, par *Delambre*.

Les éclipses du soleil ne fournissent pas des longitudes très-précises (1); celle du 5 septembre 1792, observée avec le plus grand soin par trois astronomes, peut en offrir l'exemple : Lalande en conclut la longitude de Naples, 47′ 32″ en temps, M. de *Wurm* 47′ 40″, et M. *Triesnecker* 47′ 20″.

Le phénomène céleste le plus fréquent est celui qu'on nomme *occultation* ou le passage d'une étoile derrière le disque de la lune; il est en même temps un de ceux qu'on peut observer avec beaucoup de précision (2).

En déterminant par l'observation le moment où le centre de la lune s'est trouvé en conjonction avec l'étoile, ce qui fixe une position absolue de la lune, on peut, soit au moyen des calculs faits à l'avance dans les almanachs astronomiques où ces phénomènes sont prédits, soit par la comparaison des observations correspondantes, trouver l'heure qu'il était au moment de cette conjonction dans un lieu dont la position est connue; et la différence de longitude se conclut alors comme dans les autres cas.

Il est évident que tous ces moyens reviennent à cette proposition : « *Déterminer dans le lieu dont on cherche la* » *longitude, la position dans laquelle se trouve un astre dans* » *un instant donné, et conclure de cette position l'heure que* » *l'on compte au même moment dans un lieu dont la situation* » *est connue.* » On conçoit donc que, sans attendre un phénomène céleste, le seul changement de distance angulaire entre deux astres dont le mouvement est connu, doit pouvoir nous procurer la connaissance du lieu où nous nous trouvons. Mais on sent aussi que l'astre doit avoir, par rapport à la terre, un mouvement assez rapide pour que sa position à l'égard des étoiles ou des autres astres qui peuvent servir de terme de comparaison, varie consi-

(1) *Zach*, Correspond., I, 73, note. — (2) *Rossel*, Voyage d'Entrecasteaux, II, 244.

dérablement dans l'espace de 24 heures. La lune seule nous présente ces avantages; comme elle parcourt à peu près 13° par jour, une seule minute de degré dans son déplacement répond à un peu moins de 2′ de temps ou 30′ de degré en longitude. Or, on peut, en prenant la distance angulaire de la lune aux étoiles ou au soleil, à l'aide de nos instrumens perfectionnés, fixer avec une grande précision la position de cet astre, et par conséquent déterminer à peu de secondes près le temps que sous un méridien donné on compte au moment de l'observation.

Cette méthode dite des *distances lunaires*, indiquée d'abord en 1514 par *Werner*, de Nuremberg (1), développée en 1524 par le Saxon *Apianus*, fut vantée par divers astronomes, et entre autres par le célèbre *Kepler* (2); mais l'imperfection des Tables astronomiques, qui marquaient les mouvemens de la lune, en rendait la pratique incertaine. Les essais de *Morin*, pour la mettre en usage, n'eurent point de succès. Recommandée de nouveau et mieux enseignée en 1750 par *Tobie Mayer*, cette méthode fut employée avec beaucoup de succès par le célèbre voyageur danois *Niebuhr* (3); elle a depuis acquis une grande perfection par les travaux de *Borda*, de *Delambre*, de *Burg*, et surtout de *Laplace*. Des instrumens ingénieux et construits avec le plus grand soin, des tables calculées avec une précision étonnante, des formules variées de beaucoup de manières, facilitent maintenant cette opération qui est devenue d'un usage universel, et qui, sur mer, remplace toutes les autres méthodes pour trouver la longitude (4).

On joint cependant aux observations lunaires l'usage des *garde-temps* ou montres marines, qui servent dans les in-

(1) *Werner*, notæ in Ptolom. Geog., lib. I. — (2) *Kepler*, tab. Rudolph. 37. 42. — (3) *Zach*, Corresp. astron., IV, 246. — (4) *Fleurieu*, Voyage de Marchand, *passim*. *Dubourguet*, Traité de navigation, liv. III, ch. x. *Rossel*, l. c. etc.

tervalles où l'on ne peut se procurer des observations de distances de la lune au soleil ou aux étoiles. Les garde-temps suffiraient seuls, s'il était possible d'en construire d'assez parfaits pour qu'une fois mis à l'heure sous un méridien donné, ils conservassent le même mouvement pendant toute la durée du voyage, car ils marqueraient alors partout l'heure qu'il est sous ce méridien; et en la comparant à celle que l'on compte au lieu où l'on est parvenu, on aurait la différence des temps, et par conséquent celle des méridiens. Quoique les efforts des Harrison, des Julien Leroy, des Berthoud, d'Armand et d'autres artistes célèbres n'aient pu donner aux montres marines cette uniformité absolue de mouvement, ils en ont du moins approché assez pour que la marche de ces horloges demeurât sensiblement la même pendant un intervalle de temps assez long, malgré l'agitation perpétuelle des vaisseaux. On remédie d'ailleurs aux imperfections de ces machines, en observant avec soin la quantité dont elles retardent pendant un espace de temps donné, et surtout en corrigeant leur marche lorsqu'on arrive dans un lieu dont la longitude est connue, ou qui permet qu'on y fasse des observations astronomiques.

Tels sont les principaux moyens que l'astronomie fournit au navigateur et au voyageur pour fixer la position des lieux qu'il visite. Nous n'avons exposé que les principes généraux sur lesquels ces observations se fondent; nous devons encore indiquer sommairement les erreurs auxquelles ces méthodes sont sujettes, et les *corrections* au moyen desquelles on les en purge.

Les illusions optiques se présentent en première ligne. On sait qu'un rayon de lumière qui passe dans un milieu dont la densité augmente, souffre une *réfraction*. Par cette raison, les astres ne sont jamais aperçus dans la véritable place qu'ils occupent; le rayon qui nous les rend visibles,

les élève sur l'horizon d'une quantité d'autant plus grande qu'ils sont plus près de ce cercle. Il faut connaître cette quantité pour chaque degré de hauteur au-dessus de l'horizon, afin de la retrancher des hauteurs observées toujours plus grandes que les hauteurs vraies, excepté dans le cas où l'astre serait au zénith, parce qu'alors le rayon de lumière traversant les couches de l'atmosphère perpendiculairement, n'éprouve aucune réfraction.

Diverses causes physiques, la chaleur, l'humidité, la densité de l'air font varier les réfractions d'un climat à l'autre; les lois, encore inconnues, de ces variations, forment l'objet de recherches importantes pour le perfectionnement de l'astronomie (1).

Nous avons vu plus haut, qu'attendu la petitesse du diamètre de la terre, comparée à l'immense distance des étoiles fixes, l'observation des hauteurs de ces astres était toujours rapportée au centre de la terre, en regardant les rayons de lumière comme parvenant à tous les points de la terre dans des directions parallèles et en négligeant par conséquent l'angle AIC, *fig.* 2; mais les planètes sont assez proches de la terre pour qu'il faille, quand on veut observer avec précision, tenir compte de cet angle. Son effet est d'abaisser l'astre au-dessous de sa situation réelle à l'égard du centre de la terre. L'angle AIC, formé comme on voit par les directions différentes suivant lesquelles l'astre serait vu du centre de la terre et d'un point de sa surface, se nomme la *parallaxe.* Il s'anéantit au zénith; il est le plus grand possible à l'horizon. Il s'élève pour le soleil à 8″, 8, et pour la lune il varie d'environ 53,85′ à 61,48′. L'effet de la parallaxe étant contraire à celui de la réfraction, on doit l'ajouter à la hauteur observée, pour rapporter celle-ci au centre de la terre.

(1) *A. de Humboldt*, Voyage, partie astronomique, I, p. 109 *sqq.* Essai sur les réfractions.

Nous ne pouvons entrer dans une explication détaillée des corrections qu'exigent les tables dont on se sert pour calculer les observations de longitude. Les corps célestes, quoiqu'obéissant à des lois immuables, éprouvent dans leurs mouvemens certains effets de leur attraction réciproque qu'on appelle *perturbations*. Il en résulte plusieurs petits mouvemens d'accélération ou de retard, dont le période est quelquefois de plus d'un siècle, et dont les équations sont difficiles à fixer avec certitude. Les progrès de la haute géométrie, les théories de *Laplace* et les calculs de *Delambre*, de *Burg* et d'autres astronomes, ont réduit à des quantités presque insensibles la discordance entre les données des tables les plus exactes et la marche des phénomènes célestes, discordance dont on s'aperçoit au moyen des observations correspondantes.

Il y avait naguères une autre source d'incertitudes, c'était l'imperfection des instrumens qui souvent faisait dévier l'observateur le plus scrupuleux d'une demi-minute dans la détermination de l'angle observé. Aujourd'hui, non seulement la mécanique a porté une grande exactitude dans la confection des instrumens, mais l'ingénieuse invention du *cercle répétiteur* de Mayer, perfectionné par Magellan et Borda (1), permet aux observateurs, en prenant le multiple de l'angle observé, d'accroître à volonté la rigueur de l'évaluation, et de diminuer l'erreur possible jusqu'à une seconde près.

Les deux méthodes pour trouver la latitude, que nous avons indiquées précédemment, ne suffisent point aux besoins des navigateurs qui, pour calculer leur longitude par les distances lunaires, ont besoin de connaître à l'instant même la latitude sous laquelle ils se trouvent. On a remédié en partie à cet inconvénient par des *tables solaires* ou des éphémérides de cet astre, calculées d'avance et qui donnent

(1) *Bossut*, Histoire des mathématiques, II, 489.

pour tous les jours de l'année sa distance à l'équateur ou sa *déclinaison;* l'on peut par ce moyen trouver, quelque jour que ce soit, la latitude d'un lieu, puisqu'on obtiendra la hauteur observée de l'équateur sur l'horizon, en retranchant de la hauteur du soleil sa distance à l'équateur s'il est au-dessus de ce cercle, et en l'ajoutant s'il est au-dessous; circonstances que la situation de l'ombre et la saison dans laquelle on se trouve font toujours connaître. Mais, afin de multiplier les moyens de déterminer la latitude, les astronomes, après avoir d'abord fixé la position de leur observatoire, ont calculé la distance des principales étoiles à l'équateur, et le temps qui s'écoule entre leurs passages respectifs au méridien donné et celui du point de l'écliptique qui répond à l'équinoxe du printemps; ils ont dressé des catalogues qui renferment ces résultats, et avec le secours desquels on peut substituer, dans la recherche de la latitude, les étoiles au soleil. Cependant ce moyen est assez incertain; les meilleures observations de ce genre peuvent être affectées d'une erreur de 4 à 5 minutes (1).

Toutes ces observations supposent que l'on connaît la position du méridien. L'étoile polaire l'indique à peu près dans l'hémisphère boréal de la terre; mais c'est la marche du soleil qui le fait connaître d'une manière universelle et exacte. Supposons le soleil à un des points du solstice; l'astre, dans cette position, reste sensiblement à la même distance de l'équateur, et paraît décrire un cercle parallèle à l'équateur, et dont la partie comprise au-dessus de l'horizon, *a b c*, *fig.* 1, est partagée en deux portions égales par le méridien. Sa hauteur est donc précisément la même, lorsqu'on la prend avant et après son passage au méridien, à des intervalles de temps égaux; de l'autre côté, si l'on

(1) *Rossel*, Voyage de d'Entrecasteaux, II, 47.

prend le matin une hauteur du soleil, et qu'on attende le soir le moment où il reviendra à cette hauteur, l'heure de son passage au méridien doit nécessairement tenir le milieu entre ces deux instans.

La longueur des ombres a fourni le plus simple moyen d'estimer la hauteur du soleil. On conçoit facilement que cette longueur dépend non seulement de leur hauteur, mais encore de celle du soleil, par rapport au plan sur lequel elles sont portées. Si ce plan est horizontal, et qu'on ait élevé une verticale AD, *fig.* 13, le rayon solaire étant dirigé suivant SD, l'ombre tombera en AC, et sa longueur dépendra de l'angle SCA, qui est évidemment la hauteur du soleil sur l'horizon. Lors donc que le soleil, après avoir passé dans le méridien, se retrouvera de l'autre côté à la même hauteur dans une direction S'D, l'ombre AB de la verticale AD redeviendra égale à l'ombre AC; et prenant le milieu entre la direction de l'une et de l'autre, en divisant l'angle BAC en deux parties égales, par la droite AN, on aura la méridienne. Si ensuite l'on mesure la longueur du bâton et celle de l'ombre, on pourra connaître la hauteur du soleil par la résolution du triangle rectiligne CAD, qui est rectangle en A, et dans lequel les côtés AD et AC sont connus; on peut donc calculer l'angle ACD qui est la hauteur cherchée. On aura la hauteur méridienne si l'on mesure la longueur de l'ombre lorsqu'elle tombe dans la direction AN. C'est par ce moyen que les premiers astronomes ont déterminé les hauteurs des astres; l'extrémité d'un obélisque ou une ouverture pratiquée dans un mur à plomb leur donnaient la verticale. Cet instrument grossier se nomme *gnomon;* mais on l'a abandonné depuis qu'on a perfectionné les instrumens qui mesurent immédiatement les angles par les arcs de cercle. On emploie même ces derniers à la détermination de la méridienne, en les combinant avec les horloges à pendule dont la marche est très-

régulière. Ayant observé le matin une hauteur du soleil, on remarque en même temps l'heure, puis on attend l'instant du soir où cet astre se trouve à cette même hauteur; et prenant le milieu de l'intervalle, on trouve celui qui s'est écoulé entre le passage du soleil au méridien et l'une des observations.

Si, par exemple, l'horloge marquait pour la même hauteur, le matin 9 h. 45′ 30″, et le soir 2 h. 23′ 12″, l'intervalle entre ces deux momens étant de 4 h. 37′ 42″, dont la moitié 2 h. 18′ 51″, ajoutée à l'instant de la première hauteur de 9 h. 45′ 30″, donne 12 h. 4′ 21″ pour l'heure que marquait l'horloge au moment où le soleil passait dans le méridien.

En répétant plusieurs fois l'observation de ces *hauteurs correspondantes*, on parvient à régler la pendule et à connaître exactement le moment du passage du soleil au méridien, d'où on conclut immédiatement la direction de la ligne méridienne.

On fait usage de l'observation des hauteurs correspondantes dans tout autre temps de l'année que le solstice, en appliquant au résultat une petite correction pour le changement que la déclinaison du soleil reçoit dans l'intervalle des deux hauteurs, et qui influe sur sa durée. Un grand nombre de circonstances influe sur ces sortes d'observations, et les rend plus ou moins sujettes à l'erreur, surtout lorsqu'on veut les employer étant en mer; il faut en chercher les détails dans les ouvrages qui traitent spécialement de ces matières (1).

Il est encore trois rapports des corps célestes qui, en servant à fixer l'heure vraie et les véritables points nord et sud, concourent à faciliter ou à assurer les opérations par lesquelles on détermine la position des lieux terrestres.

(1) *Lévêque*, Guide du navigateur. *Dubourguet*, Traité de navigation.

On appelle *angle horaire* d'un astre l'angle que forment au pôle, à l'instant de l'observation, le méridien du lieu de l'observateur et le cercle de déclinaison ou cercle horaire passant par l'astre. Ce dernier cercle n'est autre chose que le méridien de l'astre. L'angle horaire a pour mesure l'arc de l'équateur qui a passé ou qui passera sous le méridien de l'observateur, depuis l'instant de l'observation jusqu'au moment où l'astre se trouve dans ce même méridien.

L'*azimuth* d'un astre est l'arc de l'horizon compris entre le point du midi et le point dans lequel un cercle vertical, passant par le zénith et par l'astre, coupe l'horizon.

On appelle *amplitude* l'arc de l'horizon compris, soit entre le vrai point d'orient et celui où l'astre se lève, soit entre le vrai point d'occident et celui où l'astre se couche. La première s'appelle amplitude *ortive;* la seconde, amplitude *occase.*

Ces trois rapports concourent de plusieurs manières aux déterminations des longitudes et des latitudes : le premier sert à connaître l'heure vraie, par une seule observation de la hauteur du soleil, et à régler les montres marines (1); les deux autres indiquent au navigateur combien la direction de l'aiguille aimantée diffère de la ligne nord et sud; elles apprennent aussi à orienter une carte géographique (2). On a encore fondé sur ces rapports des corps célestes diverses méthodes subsidiaires pour calculer par approximation la latitude à laquelle se trouve un vaisseau en mer (3); cependant comme ces méthodes ingénieuses, mais très-sujettes à erreur, ne s'emploient pas en géographie, du moins directement, nous nous dispenserons d'en donner une idée.

A tous ces moyens que l'observation et le calcul des

(1) *Rossel*, Voyage de *d'Entrecasteaux*, II, 27 *sqq.* — (2) *Puissant*, Traité de géodésie, p. 300 *sqq.* — (3) *Mendoza*, Connaissance des temps, 1793, p. 289-302. *Dubourguet*, Traité de navigat., liv. III, ch. III, IV.

mouvemens célestes fournissent pour déterminer les positions géographiques, on joint aujourd'hui l'usage des signaux de poudre à canon. Sur un lieu fort élevé, pendant une nuit sereine, on fait à diverses reprises enflammer en plein air une certaine quantité de poudre; deux observateurs, munis chacun d'une pendule et placés aux lieux dont on veut connaître la différence en longitude, remarquent avec soin l'apparition de ces feux, apparition qui, malgré les distances, est instantanée pour les deux lieux, grâce à la prodigieuse vitesse de la lumière. La différence de temps entre les deux pendules donnera la différence de longitude cherchée (1).

Terminons ici l'exposé nécessairement aride des méthodes par lesquelles on fixe les longitudes et les latitudes, en faisant observer à ceux de nos lecteurs qui pourraient ne pas trouver ces choses de leur goût, que la connaissance exacte des positions est la base de toute la géographie, et que, sans cette connaissance, les descriptions les plus brillantes n'ont qu'un mérite illusoire.

(1) *Puissant*, Géodésie, p. 299. *Zach*, Correspondance, *passim*.

LIVRE VINGT-SIXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des véritables dimensions du Globe, de son aplatissement et des bases du nouveau système Métrique.

Il ne suffit point à l'active curiosité de l'homme d'avoir démontré que la terre, sa demeure, est un globe roulant dans l'immensité de l'espace; il faut encore que nous connaissions les dimensions exactes de la planète sur laquelle nous nous trouvons placés. En effet, dès qu'on a pu mesurer un arc d'un méridien céleste, on a dû penser que cet arc, devant répondre à un autre arc de méridien sur la surface de la terre, on n'aurait qu'à mesurer cette dernière courbe pour en conclure la dimension du cercle entier dont elle fait partie, dimension qui répond à la circonférence du globe.

Nous avons vu combien peu d'accord il y avait entre les résultats apparens des diverses mesures de la terre, entreprises par Eudoxus, Archimède, Possidonius et Eratosthène (1); nous avons indiqué le moyen de concilier ces mesures en les considérant comme prises en *stades* différens; mais nous n'entreprendrons pas de discuter formellement la question très-obscure si ces opérations ont réellement été faites par ceux à qui on les attribue, ou si ce sont les travaux d'un peuple plus ancien, dont les Grecs auraient profité, sans même les comprendre parfaitement. Dans notre opinion, tout vrai stade devant être une mesure de distance locale et réelle, et non pas un simple module astronomique (2), il paraît vraisemblable que les évaluations de la circonférence de la terre, faites en stades de

(1) Ci-dessus, liv. V, vol. I, p. 103. — (2) *Ibid.*, p. 107.

1111 et de 833 au degré, sont dues aux Egyptiens et aux Babyloniens, tandis que celles en stades de 700 et autres peuvent très-bien être l'ouvrage d'Eratosthène, de Possidonius et d'autres astronomes grecs.

Il a été remarqué, dans le Livre précédent, que Possidonius se trompa en considérant comme un arc de méridien terrestre ce qui n'en est pas un, puisque Alexandrie et Rhodes, points qu'il comparait, n'ont pas la même longitude. A cette erreur près, la méthode de Possidonius était la vraie. Eratosthène s'était servi d'un *gnomon*, élevé verticalement au centre d'un hémisphère concave(1); il savait qu'à Syène, le soleil, au moment du solstice, ne produisait aucune ombre; il voyait qu'à Alexandrie le gnomon, au même instant, projetait son ombre sur la cinquantième partie d'un cercle; il en conclut la latitude d'Alexandrie, 7 degrés 12′ au nord de Syène, qui devait être sous le tropique. Or, ce dernier endroit étant, d'après les modernes, à 24 degrés 5′, Alexandrie serait à 31 degrés 17′, ce qui approche beaucoup de la vérité. Quoique faite avec soin, cette observation cependant n'a pu fournir à l'astronome grec une base solide d'une mesure de la terre, puisque les deux points qu'il comparait ne sont point sous le même méridien.

Les mesures d'un degré, attribuées aux Arabes, ne présentent également que des résultats douteux, et qu'on ne saurait concilier avec la vérité qu'au moyen d'évaluations arbitraires.

Après la renaissance des lettres, les astronomes européens firent beaucoup de tentatives inutiles pour mesurer avec certitude un degré de méridien. En 1617, *Snellius*, après avoir déterminé les arcs célestes compris entre Alkmaer, Leyde et Berg-op-Zoom, par les différences

(1) *Cléomed.* Meteor. I.

des hauteurs du pôle pour ces trois villes, calcula les distances méridiennes terrestres des trois parallèles, au moyen d'une suite de triangles liés entre eux, et qui partaient d'une base mesurée sur le terrain; il trouva de cette manière que la valeur du degré terrestre était de 55,021 toises. *Norwood*, astronome anglais, mesura avec beaucoup de soins, en 1635, l'arc du méridien qui sépare la ville de Londres de celle d'York; il trouva le degré de 57,300 toises, quantité fort approchante de la vérité. Cependant quinze ans après, *Riccioli*, célèbre savant italien, prétendit avoir trouvé, par une mesure faite aux environs de Bologne, que le degré terrestre était de 62,900 toises, c'est-à-dire près de 6000 toises plus grand qu'il ne l'est en effet.

C'est en appliquant les lunettes aux instrumens par lesquels on mesure les angles, que *Picard*, de l'académie des sciences de Paris, se vit enfin en état de mettre la précision nécessaire dans la nouvelle mesure d'un degré qu'il commença en 1669. Il choisit pour théâtre de ses opérations, l'espace compris entre *Sourdon*, en Picardie, et *Malvoisine*, sur les confins du Gâtinais et du Hurepoix (1). Pour fixer la distance itinéraire qui sépare ces deux points, situés sous le même méridien, il les lia par une suite de triangles, *fig.* 14; il en observa successivement tous les angles, ce qui lui fournit dans chacun un moyen de vérification, puisque la somme des trois angles de tout triangle doit constamment faire 180°. Il n'obtint presque jamais cette somme; mais les différences qu'il ne put éviter ne s'élevèrent qu'à peu de secondes.

La connaissance des angles d'un triangle ne mène qu'aux rapports de ses côtés; mais dès qu'on a la valeur d'un seul, on trouve celle des autres: Picard mesura donc avec des soins inconnus jusque-là, une distance

(1) *Picard*, Mesure de la terre, 1671.

de 5663 toises, sur le chemin de Villejuif à Juvisy. Avec cette *base*, représentée par AB dans la figure, et formant un des côtés du triangle ABC, il calcula le côté AC, qui lui servit ensuite à calculer le côté CD dans le triangle ACD (1), et il s'éleva ainsi de triangle en triangle jusqu'à Sourdon; ici l'on mesura de nouveau sur le terrain une ligne droite ou *base de vérification* RS. Les lignes LM, IN et IG, vérifiées au moyen de cette base, ne montrèrent qu'une différence d'une à deux toises de la première mesure. On conduisit ensuite de nouveaux triangles à la cathédrale d'Amiens, où se termina l'opération.

Il fallut après cela conclure la longueur de la ligne qui joint ces points, l'orienter par rapport au méridien de Paris, afin d'en déduire la distance dans le sens de ce méridien; enfin, déterminer avec précision l'amplitude de l'arc mesuré sur ce cercle, c'est-à-dire combien il contenait de degrés et parties de degré, afin d'avoir son rapport avec la circonférence entière.

Dans cette seconde partie de son opération, qui dépendait de l'observation des astres, il s'attacha à celle de l'étoile placée dans le genou de la constellation de *Cassiopée*. Il choisit cette étoile, parce que, se trouvant peu éloignée du zénith, elle était moins affectée de la réfraction sur laquelle il y avait, au temps de Picard, beaucoup d'incertitude. Il trouva, par ce moyen, que la différence de latitude entre Malvoisine et Sourdon, près Amiens, était de 1° 11′ 57″; qu'elle répondait, dans le sens du méridien, à une distance de 68,430 toises; et il en conclut que la longueur du degré était de 57,064 toises.

(1) Exemples abrégés du calcul : Dans les premiers triangles on a connu, par les observations, que CAB = 54° 4′ 35″ ABC = 95° 6′ 55″ ACB = 3° 48′ 30″. On a trouvé, par le mesurage, que AB contenait 5663 toises; donc le calcul proportionnel donne AC = 11,012 toises 5 p., et ainsi de suite.

Il trouva aussi, entre la cathédrale d'Amiens et Malvoisine, une différence en latitude de 1° 22′ 55″, et une distance de 78,850 toises, ce qui donnait, pour le degré, 57,057 toises; il s'en tint au terme moyen de 57,060 toises (1).

La circonférence de la terre devant, comme tout cercle, contenir 360 degrés, on trouva, en divisant le degré en vingt parties nommées *lieues marines*, et formées chacune de 2853 toises, que la terre avait 7200 de ces lieues de tour.

Son diamètre, conclu de sa circonférence, est de 2292 lieues marines, et son rayon ou une droite tirée du centre à la surface, de 1146. En multipliant la circonférence par le diamètre, on trouve que la surface est de 16,502,400 lieues carrées.

L'exactitude des opérations de Picard semblait ne plus laisser de doutes sur les dimensions de la terre, lorsqu'une expérience, à jamais mémorable, fit entrevoir que la figure de notre planète n'était pas parfaitement sphérique, et que par conséquent les degrés n'étaient point égaux; je veux parler de l'observation que fit M. *Richer* à Cayenne en 1672. Son horloge à pendule, qui avait été réglée à Paris sur le moyen mouvement du soleil, après avoir été transportée dans l'île de Cayenne, qui n'est éloignée de l'équateur que d'environ 5 degrés, se trouvait retarder de 2 minutes 28 secondes chaque jour. La mesure de la longueur d'un pendule qui, à Cayenne, battait juste les secondes, ayant été marquée sur une verge

(1) L'astronome français Fernel eut l'idée singulière de partir de Paris pour Amiens en voiture, et de compter exactement le nombre de tours de roue faits pendant la route, jusqu'à ce que la hauteur du soleil fut diminuée d'un degré, et il trouva, par ce moyen, que la longueur du degré qu'il avait parcouru était de 57,070 toises. Lacaille obtint par des moyens trigonométriques la mesure de 57,074 toises. Ces deux résultats sont d'autant plus remarquables qu'ils ne diffèrent que de 4 toises. J. H.

de fer, qui fut apportée en France, on trouva que le pendule de Cayenne était moindre d'une ligne et d'un quart que celui de Paris, qui était de trois pieds 8 lignes $\frac{5}{8}$, ou, plus exactement, 440,^{57} de lignes.

Cette expérience prouvait que la pesanteur était moindre à Cayenne qu'à Paris; car lorsque le pendule qui règle l'horloge s'écarte par son mouvement de la situation verticale, la force qui l'y ramène est la pesanteur; et elle l'y ramène d'autant plus tôt, qu'elle est plus grande, et d'autant plus tard, qu'elle est plus petite. Le pendule ne permet à l'aiguille de l'horloge de marquer chaque seconde sur le cadran, qu'après qu'il a achevé une de ses oscillations ou qu'après chacune de ses chutes dans la verticale. Ainsi, si l'aiguille marque moins de secondes pendant une révolution des étoiles, le pendule emploie plus de temps à retomber dans la situation verticale, et la force qui le pousse, la pesanteur, est plus petite.

Cette expérience, dont l'académie des sciences avait pressenti l'importance (1), coïncida parfaitement avec les raisonnemens des géomètres qui commençaient à regarder la terre comme aplatie vers le pôle, ce qui expliquerait pourquoi la pesanteur ou la force qui attire vers le centre, y est plus grande, attendu que la surface aplatie s'y trouve plus rapprochée du centre.

Huyghens, géomètre hollandais, eut la gloire de deviner cette vérité, même avant que l'expérience sur le pendule fût connue. Considérant que les corps qui tournent autour d'un centre ou d'un axe, acquièrent une *force centrifuge* qui tend sans cesse à les éloigner de ce centre ou de cet axe, ainsi qu'on le voit dans la pierre lancée par une fronde, ce savant en conclut que le fluide répandu sur une grande partie de la surface terrestre, devant obéir à cette force en même temps qu'à la pesanteur dirigée vers le

(1) *Lalande*, Abrégé d'astronomie, art. 742 et 805.

centre de la terre, ne pouvait affecter une forme parfaitement sphérique. Il pensa donc que la terre devait être aplatie vers les pôles, en sorte que l'axe de rotation fût plus court que les diamètres de l'équateur, de $\frac{1}{578}$, ce qui répond à environ quatre lieues marines. Cette conséquence, tirée de la force centrifuge par Huyghens, peut être rendue sensible aux yeux en faisant tourner rapidement autour d'un axe une vessie mouillée, qui prend alors la forme d'un sphéroïde aplati aux extrémités contiguës à cet axe.

L'immortel *Newton*, que ses profondes méditations sur les lois découvertes par Kepler dans le mouvement des planètes, avaient conduit à la découverte de la gravitation universelle, ne regardait plus la pesanteur à la surface de la terre comme une force constante, dirigée partout vers le centre de notre globe, mais comme le résultat de l'attraction réciproque qu'exercent les unes sur les autres toutes les molécules de la terre; il trouvait que cette force variait un peu en intensité et en direction, lorsqu'on ne supposait plus la terre sphérique. Si la figure de la terre dépendait de la pesanteur, la pesanteur elle-même se réglait d'après la figure qu'avait la terre; cette force accélératrice, devait, quant aux corps terrestres, être perpendiculaire à la surface et proportionnée aux distances; la terre ayant une fois pris la figure aplatie, cette seule figure, indépendamment de la force centrifuge, devait rendre la pesanteur plus petite sous l'équateur que sous les pôles. Calculant d'après ce principe, et supposant la terre homogène dans toutes ses parties, Newton trouva que l'aplatissement devait être de $\frac{1}{230}$, ou de 10 lieues marines (1).

Ces conclusions, différentes relativement à la quantité du résultat, mais d'accord entre elles sur l'altération que la figure de la terre a dû recevoir de la force centrifuge,

(1) *Newton*, Principia, L. III, prop. 19.

ont été développées par des calculs subtils et profonds, dont les résultats seuls peuvent être indiqués ici (1). Il a été démontré que la terre ne saurait être une masse homogène, mais qu'elle doit augmenter en densité à mesure qu'on approche du centre, et que, dans tous les cas, une figure elliptique satisfait aux lois de l'équilibre des fluides.

En même temps, la théorie de la diminution de la pesanteur vers la ligne équinoxiale, a été généralement confirmée par un grand nombre d'observations sur le pendule, faites depuis la Laponie jusqu'au cap de Bonne-Espérance (2). Comparées entre elles, ces observations ont offert un assez grand accord, et ont conduit à supposer l'aplatissement du globe d'une 332e ou d'une 336e partie de l'axe (3). Cependant cet accord et le résultat qu'on en tire

(1) *Clairaut*, Théorie de la figure de la terre. *Maclaurin*, Mémoire sur le flux et reflux. *D'Alembert*, Recherches sur le système du monde, etc., etc. — (2) *Dubourguet*, Traité de navigation, note 1, pag. 290 et 291, et l'*Histoire de l'Académie des sciences, passim*. — (3) *Laplace*, Système du monde, pag. 250. *Svanberg*, Exposition de la mesure d'un degré.

Depuis l'époque où Malte-Brun s'exprimait ainsi, la loi de la diminution de la pesanteur vers l'équateur a été confirmée par un grand nombre d'expériences. L'expédition de l'*Uranie* autour du monde, confiée en 1817 au capitaine Freycinet, eut principalement pour but de faire, au moyen du pendule, des expériences qui devaient servir à déterminer la courbure du globe dans l'hémisphère du sud. Ces expériences furent faites d'abord à Paris, puis au cap de Bonne-Espérance, à l'île de France et aux îles Rawak, Guam, Mowi, Malouines et à Port-Jackson dans la Nouvelle-Hollande. Les conséquences tirées de ces observations sont : 1° que l'aplatissement de l'hémisphère sud ne diffère pas sensiblement de celui de l'hémisphère nord; 2° que ces deux aplatissemens sont l'un et l'autre plus considérables que celui de $\frac{1}{305}$ indiqué par la théorie des inégalités de la lune; 3° que l'on peut les fixer d'après les expériences faites pendant cette expédition calculées séparément pour chaque hémisphère, entre $\frac{1}{280}$ et $\frac{1}{282}$; 4° que les parallèles n'ont point une forme régulière, et conséquemment que la terre n'est pas exactement un solide de révolution; ce qui était déjà prouvé par des mesures recueillies précédemment dans l'ancien et le nouveau continent; 5° que les expériences faites à l'île de France et dans les îles Guam et Mowi, comparées à celles de Paris, donnant toujours une différence d'oscillations de beaucoup moindre

seraient illusoires si la densité de la terre variait d'une manière irrégulière (1).

La théorie de l'aplatissement pouvait encore être vérifiée par des mesures prises sur le globe terrestre ; car il en résultait que les degrés de latitude n'étaient pas égaux dans toute l'étendue du méridien, mais qu'on devait les trouver plus grands, ou contenant plus de mesures itinéraires dans

que celle que la théorie exige, on est conduit à admettre sur ces trois points une irrégularité de forme assez considérable; 6° qu'enfin si l'on retranche de l'ensemble des expériences les trois précédentes qu'on ne peut se dispenser de croire influencées par des causes particulières très-remarquables, on trouvera que l'aplatissement moyen des pôles est de $\frac{1}{282.2}$.

Ces expériences s'accordent avec celles qui ont été faites au Spitzberg par le capitaine anglais Sabine, et dans son voyage autour du monde par le capitaine français Duperrey. Si l'on veut faire accorder ces résultats récens avec ceux que donnent les dernières opérations géodésiques, on en conclura que l'aplatissement moyen de la terre dépasse de fort peu $\frac{1}{290}$. On en a la preuve par la mesure d'un arc de parallèle compris entre le méridien de Marennes près Royan et celui de Genève, prise par les savans français M. Brousseaud, ingénieur, et M. Nicollet, astronome, au moyen de la méthode des feux de poudre à canon, et par celles qui ont été prolongées jusqu'à Padoue par MM. Plana et Carlini. La comparaison de ces mesures avec celle de l'arc du méridien qui s'étend depuis Greenwich en Angleterre jusqu'à l'île de Formentera, l'une des Baléares, prouve que l'aplatissement de l'ellipsoïde osculateur en France au point où ces deux lignes se coupent, est compris entre $\frac{1}{271}$ et $\frac{1}{292}$ lorsqu'on applique aux différentes parties du parallèle, supposé circulaire, la méthode des moindres carrés. Mais il faut dans ces mesures tenir compte de quelques légères erreurs inévitables, et de l'effet de l'attraction dans certaines localités, effet qui peut produire une déviation sensible dans le fil à plomb. Au surplus il résulte de toutes les expériences faites jusqu'à ce jour, que plus les arcs que l'on combine entre eux ont d'étendue, plus la valeur de l'aplatissement du sphéroïde régulier auquel ils sont censés appartenir se rapproche de celle de $\frac{1}{305}$, qui paraît, ainsi que l'a fait remarquer M. Puissant, convenir à la figure du globe en général, abstraction faite de diverses inégalités locales, et que l'on déduit, soit de la combinaison de deux arcs de méridien mesurés à des latitudes très-différentes, soit de la théorie des inégalités lunaires. J. H.

(1) M. *de Lindenau*, Examen de l'emploi des mesures de la terre. *Zach*, Correspondance, XIV, 122-125.

la partie aplatie du méridien, c'est-à-dire vers les pôles, et moindres dans la partie la plus convexe de ce même méridien, c'est-à-dire vers l'équateur. Ces conséquences, qui découlent des premières notions de la géométrie élémentaire, ont cependant été un instant méconnues par des hommes d'un grand mérite, tels que les Cassini et d'Anville. Il paraît donc utile d'en rappeler en peu de mots la démonstration (1).

Qu'est-ce qu'un degré de méridien terrestre? C'est l'espace qu'il faut parcourir sur cette courbe, quelle qu'elle soit, pour que deux lignes AZ et *az*, *fig.* 15, menées par les extrémités de cet espace, perpendiculairement à la courbe FG, c'est-à-dire à ses tangentes AM, *am*, qui marquent l'horizon du point A et celui du point *a*, fassent entre elles un angle d'un degré AC*a*, c'est-à-dire d'un 360e du cercle. Si maintenant la courbe FG est un cercle, les lignes CA et C*a*, perpendiculaires à ses tangentes, n'étant que des rayons menés au centre, se rencontreront toujours à la même distance de la courbe; et dans toute l'étendue de la circonférence, le même angle répondra au même arc : les degrés auront donc tous la même longueur. Mais il n'en est pas ainsi pour les courbes dont la courbure n'est pas uniforme. Si l'on prend deux arcs de même longueur, comme M*m* et N*n*, *fig.* 16, l'un dans la partie la plus convexe, l'autre dans celle qui est plus aplatie, les perpendiculaires MC et *m*C, menées aux extrémités du premier arc, se rencontreront plus près de cet arc que les perpendiculaires N*c*, *nc*, menées aux extrémités de l'arc plus aplati N*n*. L'angle N*cn* est donc visiblement moindre que l'angle MC*m*; et par conséquent, si ce dernier est d'un degré, l'arc N*n*, égal en

(1) *La Hire* continua la mesure de Picard jusqu'à Dunkerque, et Cassini jusqu'à Perpignan. Ils reconnurent que, vers le nord, le degré était de 56,860 toises, et vers le sud de 57,097; ce qui semblait annoncer que les degrés augmentent en s'approchant de l'équateur, tandis que le contraire a été prouvé depuis. J. H.

longueur à M*m*, ne répond pas à un degré. Il faut nécessairement, pour obtenir cet angle dans la partie NP de la courbe, embrasser un espace plus grand que M*m*. Donc il faut que les degrés terrestres soient plus grands dans la partie aplatie du globe si l'on veut qu'ils répondent aux degrés célestes qui sont tous égaux, n'étant point des arcs réels, mais seulement des distances angulaires.

On peut encore raisonner de la manière suivante. Le point de rencontre de deux verticales est le centre de l'arc terrestre qu'elles comprennent entre elles; si cet arc était une ligne droite, ces verticales seraient parallèles ou ne se rencontreraient qu'à une distance infinie. Plus, au contraire, l'arc a de courbure, plus les verticales ont de convergence; donc elles se rencontrent à une moindre distance, Ainsi, la partie d'une ellipse, voisine de son grand arc, étant la plus courbe, les verticales qui y sont perpendiculaires, se rencontreront à peu de distance; le rayon de l'arc, intercepté entre elles, sera plus court, par conséquent l'arc lui-même aura moins de longueur absolue. Au contraire, dans le voisinage du petit arc, les verticales se rencontrant à une plus grande distance, donnent aux arcs interceptés un rayon plus long, par conséquent les arcs ont plus de longueur.

Faute d'être remonté à ces notions, on avait, au commencement du siècle dernier, conclu le contraire, parce qu'on supposait que les degrés étaient déterminés par les angles MO*m*, NO*n*, formés par des lignes tirées au centre de l'ellipse EPQ*p*; mais cette hypothèse n'était pas conforme aux principes de l'opération, car les lignes OM et O*m*, ON et O*n*, n'étant pas perpendiculaires à la courbe, diffèrent entièrement, soit en grandeur, soit en direction des verticales auxquelles on rapporte les points de l'arc céleste.

Les mesures de Cassini ayant d'abord paru indiquer une

diminution des degrés du midi au nord, plusieurs savans français soutinrent, au moyen du paralogisme qu'on vient de signaler, que cette diminution était une preuve de l'aplatissement aux pôles; les géomètres démontrèrent que ce serait plutôt la preuve du contraire. On reconnut l'erreur de principe, et elle n'a été renouvelée depuis que par des personnes absolument étrangères à la géométrie (1). Mais les Cassini et d'Anville, en tirant de la prétendue diminution des degrés vers le nord, la conclusion qu'on devait en tirer, affirmèrent que la terre était allongée dans le sens des pôles, ou en d'autres mots, que l'ellipsoïde terrestre faisait sa rotation autour de son grand axe, ce qui était contraire à la théorie de la gravitation et à l'équilibre des fluides.

La terre fut considérée en France, pendant quarante ans, comme un sphéroïde allongé vers les pôles (2). Mais l'illustre académie des sciences ne désespéra point des théories établies par les calculs les plus sublimes. Deux commissions prises dans son sein, furent envoyées, l'une en 1736, au Pérou, et l'autre en 1737, au cercle polaire, pour mesurer les degrés du méridien dans le voisinage de l'équateur et auprès du pôle. Les résultats obtenus par chaque commission, comparés, soit entre eux, soit au degré mesuré en France par Picard, sans s'accorder parfaitement sur la quantité de l'aplatissement de la terre aux pôles, le mirent pleinement hors de doute (3). Le degré mesuré au cercle polaire, surpassa celui de l'équateur de 669 toises; et celui de France, plus petit que celui du cercle polaire, surpassa encore celui de l'équateur de 307 toises.

(1) *Bernardin de Saint-Pierre* est de ce nombre. Voyez ses Etudes de la nature, etc., etc.

(2) *Bossut*, Histoire des mathématiques, II, 273. — (3) *Bouguer*, Figure de la terre. *Maupertuis*, Elémens de géographie, etc., etc.

Les Cassini eux-mêmes, après avoir vérifié leurs mesures, vinrent, avec une noble franchise, déclarer qu'il s'était glissé de légères erreurs dans leur travail, et que les degrés de France, pris dans leur totalité, concouraient à confirmer l'aplatissement du globe vers les pôles (1).

Il ne suffisait point à l'audace des géomètres d'avoir fixé, d'une manière générale, la figure de notre globe; ils voulurent encore découvrir l'exacte quantité de cet aplatissement dont tant de travaux venaient de constater la réalité. Mais, dans cette recherche, plus les matériaux s'accumulaient, plus la discussion devenait difficile. Les degrés, successivement mesurés dans diverses parties du monde, indiquaient des quantités très-différentes pour l'aplatissement. C'est ce qu'a démontré avec beaucoup de clarté un géomètre italien, en comparant les douze meilleures mesures que l'on connût il y a un demi-siècle (2). Voici d'abord les résultats de ces mesures, avec les noms des astronomes à qui on les doit :

Noms des pays.	Latitude d'où l'on est parti.		Valeur du degré mesuré.	Noms des observateurs.
Pérou.....	0 *d.*	0 *m.*	56,753 toises.	*Bouguer, La Condamine*, etc.
Cap de Bonne-Espér...	33	18	57,107	*Lacaille.*
Pensylvanie.....	39	12	56,888	*Mason* et *Dixon.*
Etat de l'Eglise.....	43	1	56,979	*Boscovich* et *Maire.*
France.....	43	31	57,048	*Cassini* et *Lacaille.*
Piémont.....	44	44	57,137	*Beccaria.*
France.....	45	45	57,050	*Cassini* et *Lacaille.*
Hongrie.....	45	57	56,881	*Liesganig.*
Autriche.....	48	43	57,086	Idem.
France.....	49	23	57,074	*Picard* et *Cassini.*
Hollande.....	52	4	57,145	*De Thury* et *G. Cassini.*
Laponie.....	66	20	57,405	*Maupertuis*, etc.

En essayant de calculer une courbe régulière d'après la théorie de Newton dans laquelle ces douze degrés pour-

(1) *Cassini* et *de Thury*, Méridienne de l'Observatoire royal, vérifiée. 1944. — (2) *Pauli Frisi*, Cosmographia, tom. II, ch. *de figurâ planet.* Comp. *id. opera omnia*, tom. III, pag. 123 *sqq.*

raient entrer, *Frisi* les trouve tous ou trop grands ou trop petits; les erreurs qu'on serait obligé de supposer dans les mesures, pour les plier dans une ellipse régulière, dont le petit axe serait au grand comme 230 à 231, s'élèvent à plus de 100 toises par degré, et même pour le degré de Hongrie à plus de 200.

Le savant italien essaie encore de découvrir, par des combinaisons binaires et décimales multipliées, un terme moyen entre les divers aplatissemens indiqués par les mesures; mais comme il n'a pu faire précéder ces combinaisons par une critique sévère de l'exactitude de chaque mesure, nous ne citerons aucun de ses résultats; nous aimons mieux remarquer qu'en choisissant parmi ses combinaisons binaires, les six les plus propres à inspirer de la confiance, on trouve pour terme moyen un aplatissement presqu'identique avec celui que donnent et les observations du pendule et les dernières mesures françaises. Voici cette comparaison.

La différence des axes ou la valeur absolue de l'aplatissement étant prise pour unité, le premier degré, combiné avec le troisième, donne pour le grand axe de la terre, 505 parties semblables; avec le quatrième, 353; avec le septième, 292,3; avec le neuvième, 290,4; avec le dixième, 307,4, et avec le onzième, 270. Donc, terme moyen de l'aplatissement $\frac{1}{336}$.

L'impossibilité reconnue de plier dans une courbe régulière les degrés mesurés, fit naître diverses opinions parmi les savans. On commença par condamner l'opération de M. de Maupertuis en Laponie, comme peu sûre, soit à cause de la négligence qu'on y avait apportée, soit parce que l'arc mesuré avait trop peu d'étendue, soit enfin en considérant les incertitudes de ce savant lui-même sur les résultats de ses mesures (1). On eût dû juger avec la même

(1) Il donne au degré, dans sa *Figure de la terre*, 57,405, et dans les *Elémens de géographie*, 57,438.

rigueur la mesure du P. Liesganig, exécutée avec des instrumens fort inexacts, et dans laquelle il est aujourd'hui démontré (1) qu'il se trouve une confusion de deux étoiles, éloignées de 9 degrés, et d'autres erreurs constantes de 10 à 12 secondes, répondant à 150 toises; mesure qui par conséquent ne mérite pas d'être prise en considération. On voit encore aujourd'hui d'excellens géomètres ignorant ce résultat d'un examen critique des papiers du P. Liesganig, se donner la peine inutile de faire accorder l'irrégularité des degrés d'Autriche et de Hongrie avec la théorie générale (2).

Les mesures que l'on pouvait comparer avec sûreté, n'embrassaient qu'une portion du globe, relativement peu étendue. Ni *Frisi* ni les autres savans qui ont écrit sur cette matière, n'ont connu le degré mesuré en l'an 1702, à la Chine, sous la latitude de 40 degrés, par le P. Thomas, degré dont la valeur paraît avoir été trouvée de 56, 987.^{899} toises, ce qui, en supposant l'aplatissement de $\frac{1}{334}$, différerait seulement de 23.983 toises en plus de la valeur présumée. Au surplus, cette mesure étant susceptible de plusieurs interprétations, il n'y a peut-être pas eu d'inconvénient à la négliger (3).

Quelques personnes ont été tentées de douter de la possibilité de mesurer un degré du méridien avec une exactitude parfaite. Les erreurs, inséparables de la nature des instrumens employés alors, pouvaient s'élever à 3 ou 4 secondes pour l'arc céleste, ou 60 toises pour le degré terrestre (4). L'*attraction des montagnes* qui dérangeait le

(1) *Zach*, Correspondance astronomique, VIII, 507 et suiv.

(2) *Dubourguet*, Traité de navigation, pag. 283, 308, etc.

(3) *Hallerstein*, Observat. astronom. Pekini Sinarum factæ, pag. 363. Vindob. 1768. *Comp. Zach*, Correspondance astronom., I, 248-251. *Ibid.*, 859-594.

(4) *D'Alembert*, dans l'Encyclopédie, au mot *Figure de la terre*. *Bouguer*, Figure de la terre, sect. 1, § 4, etc.

fil à plomb par lequel on détermine la *verticale*, excitait surtout les doutes les plus inquiétans. Cet effet de la gravitation, en devenant une preuve sensible de la théorie générale de Newton, pouvait déranger les mesures faites d'ailleurs avec le plus grand soin, puisqu'une déviation du fil vertical de 15 secondes seulement aux deux extrémités de l'arc mesuré, produirait une erreur de 500 toises, c'est-à-dire d'une quantité plus grande que la différence présumée des deux degrés extrêmes sous l'équateur et sous le pôle. Or, Newton avait calculé cette attraction de 2 minutes pour une montagne haute de 3 milles anglais et large de 6. Ce calcul, il est vrai, a paru beaucoup trop fort. Par les observations que Bouguer et La Condamine firent avec grand soin en 1737 au Pérou, près de la montagne de Chimborazo, le fil à plomb était détourné de 7 secondes $\frac{5}{10}$ par la force attractive de cette montagne qui, d'après la théorie de Newton, aurait dû avoir un effet treize fois plus grand; la nature des roches volcaniques de cette montagne rend l'expérience incertaine (1). On a éprouvé de semblables effets dans les Pyrénées, dans les Alpes, dans l'Apennin et en Ecosse, où M. *Maskelyne* a répété ces observations avec une précision extrême, et a trouvé un résultat plus approchant de la théorie de Newton (2). Il est très-possible que cette attraction ait pu influer sur la mesure de Lacaille, puisque cet astronome, d'ailleurs savant, ne fit aucune expérience pour déterminer l'effet des montagnes de l'Afrique australe sur le fil à plomb dont il se servait.

Enfin, une idée simple et décisive vint s'offrir à quelques esprits supérieurs que fatiguait l'interminable dispute sur l'aplatissement du globe. On pensa que *la courbure du sphéroïde terrestre pourrait bien être sujette à quelques légères irrégularités.* Pourquoi la nature, qui n'aime point les figures

(1) *Bouguer*, Figure de la terre, pag. 389. — (2) Philosophical Transactions, 1775, pag. 500.

géométriques, aurait-elle fait de la terre un ellipsoïde exactement régulier? C'est *Buffon* qui, un des premiers, a proposé cette opinion (1), *La Condamine* semble y être assez favorable (2), et *Maupertuis*, qui l'avait d'abord hautement rejetée, finit par trouver la chose douteuse (3). *Lacaille*, dont la mesure ne s'accordait avec aucune autre, pencha naturellement pour une explication qui justifiait son travail. Cependant la plupart des savans repoussèrent encore cette opinion faiblement soutenue par ceux qui l'avaient avancée.

Une tentative plus sérieuse, pour maintenir l'ellipsoïde régulier, resta inconnue aux savans français: c'était celle que fit *Klügel*, géomètre allemand, pour démontrer que tous les degrés mesurés d'une manière authentique, même celui de Lacaille, pouvaient entrer dans une ellipse régulière, pourvu seulement qu'on supposât une petite différence entre le *petit axe primitif* de l'ellipsoïde terrestre P*p*, *fig.* 17, et l'*axe actuel de rotation* $\bar{\Pi}\pi$, d'où il résulterait, par exemple, que le cap de Bonne-Espérance a pu se trouver originairement à une moindre distance du pôle sud, ou, pour parler plus précisément, que l'extrémité australe du petit axe de l'ellipsoïde peut être en-deçà de l'extrémité australe de l'axe de rotation, par rapport à l'équateur. Donc le degré austral *ab*, quoique plus éloigné du pôle de rotation π que le degré boréal *cd* ne l'est du pôle Π, se trouverait néanmoins dans la même situation par rapport au véritable petit axe de l'ellipsoïde P*p*, et aurait, par conséquent, la même valeur absolue, malgré la différence de latitude (4). On sent tous les bouleversemens qu'entraînerait cette hypothèse, si elle était admise; on voit que

(1) *Histoire naturelle*, tom. I, p. 165. — (2) *Rapport sur les mesures du Pérou*, p. 262. — (3) *Lettres physiques*.

(4) *Klügel*, Dimensions de la terre, etc. dans les *Collections astronomiques de Berlin*, III, 164-169.

le grand axe du globe ne se trouverait plus exactement dans le plan de l'équateur; on se demande surtout s'il est possible, d'après les lois de l'hydrostatique, que l'ellipsoïde terrestre fasse sa révolution autour d'un axe différent de son petit axe réel? Mais quelles que soient les objections qu'on puisse faire à Klügel, son hypothèse paraît si ingénieuse, et serait si féconde en résultats intéressans pour la géographie physique, que nous avons cru devoir en donner une idée.

Telles étaient les incertitudes des géomètres et des astronomes sur la figure de la terre, lorsqu'un projet politique donna occasion à une nouvelle mesure de l'arc du méridien qui traverse la France, en passant par la capitale. La convention nationale avait ordonné la fixation d'un système de poids et de mesures uniforme et stable. Les savans proposèrent de prendre la base de ce système dans la nature elle-même, et de regarder, comme *unité primitive* du mètre, *la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre*, c'est-à-dire de l'espace de l'équateur au pôle. Une métrologie fondée sur une telle base, disait-on, appartiendra à toutes les nations, à tous les siècles. Mais comment connaître précisément la longueur d'un quart du méridien? On pouvait la conclure des mesures anciennes; mais, d'un côté, elles se contredisaient; de l'autre, on crut donner plus d'authenticité au nouveau système métrologique, en l'appuyant sur des opérations conduites avec une précision jusqu'alors inconnue, et dirigées par les astronomes les plus habiles. *Delambre* et *Méchain* furent chargés de mesurer l'arc du méridien, intercepté par les parallèles de Dunkerque et Barcelone. Ces deux célèbres géomètres ont mesuré les angles de 90 triangles avec les nouveaux cercles répétiteurs que *Borda* a fait construire; ils ont observé, avec ces mêmes instrumens, 5 latitudes à Dunkerque, Paris, Evaux, Carcassonne et Barcelone. Les

deux *bases*, près de Melun et Perpignan, ont été mesurées avec des règles de platine et de cuivre; elles se sont trouvées correspondre, *à quelques pouces près*, aux mesures calculées. Des soins minutieux ont prévenu ou rectifié jusqu'aux moindres erreurs. L'élite des géomètres français réunis à un grand nombre de commissaires venus des pays étrangers, a vérifié et sanctionné tous les calculs. Il n'est donc plus permis de révoquer en doute les résultats de cette grande entreprise, qui a été commencée en 1792, et terminée, quant aux mesures, en 1798 (1).

Il a été prouvé que les degrés du méridien diminuent vers le midi, et croissent vers le nord. Mais les accroissemens des degrés terrestres ne sont point soumis à une règle mathématique, rigoureuse et constante. Donc un méridien n'est point, exactement parlant, une ellipse régulière; il est probable que la terre elle-même n'est pas un *solide de révolution*, c'est-à-dire circonscrit par la révolution d'une même ellipse autour de son centre. Toutefois ces irrégularités, qui paraissent extrêmement petites en comparaison de la masse de la terre, peuvent sans inconvénient être négligées.

Le méridien de France que MM. *Biot* et *Arago* ont prolongé, par un travail des plus pénibles, jusqu'aux îles d'Iviça et de Formentera (2), donne, si on le considère en lui-même (3), un aplatissement de $\frac{1}{150}$, mais en le

(1) Voici les résultats de cette grande et mémorable opération :

Stations.	Arcs terrestres en toises.	Degrés en toises.	Diminution des degrés du sud au nord.
Dunkerque....	124,944.8.....	57,082.63.....	
Paris.....	152,293.1.....	57,069.31.....	5. 5
Evaux.....	168,846.7.....	56,977.80.....	32. 4
Carcassonne...	105,499.0.....	56,946.68.....	12. 9
Mont-Jouy...			

J. H.

(2) *Biot*, Notice sur les opérations faites en Espagne. Mercure, janvier 1810. — (3) *Laplace*, Système du monde, pag. 62.

comparant avec le degré du Pérou, il donnerait $\frac{1}{334}$.

Ce dernier résultat, adopté par la commission pour les mesures, coïncide avec celui qu'on a trouvé par les observations sur la longueur du pendule. Il s'accorde encore avec plusieurs phénomènes célestes, dont la cause est dans la non-sphéricité de la terre. En effet, cette planète étant renflée aux environs de son équateur, éprouve de la part du soleil et de la lune, dans cette partie, une somme d'attractions plus considérable que vers les pôles; et comme le plan de l'équateur est incliné par rapport à ceux de l'écliptique et de l'orbite lunaire, ce surcroît d'attraction imprime à l'axe un mouvement progressif qui fait rétrograder les points équinoxiaux et un mouvement alternatif par lequel il oscille autour de la position qu'il aurait en vertu du premier mouvement; celui-ci s'appelle *précession des équinoxes*, et l'autre *nutation* (1). Un célèbre astronome allemand, M. *Burg*, ayant calculé, sur la demande de M. de Laplace (2), les causes de ces perturbations et l'influence que pourrait y avoir l'aplatissement de la terre, a trouvé celui-ci de $\frac{1}{305}$.

Le degré mesuré au cercle polaire par les académiciens français en 1737, était celui de tous qui s'écartait le plus du résultat général de toutes les autres données. Nous avons déjà dit qu'on avait soupçonné des erreurs considérables dans l'opération; c'est ce qui vient d'être démontré. M. *Mélanderhielm*, savant astronome suédois, entreprit de faire mesurer de nouveau ce degré par M. *Svanberg*, un de ses élèves, en faisant usage du cercle répétiteur et de tous les moyens délicats de la géodésie moderne. Les académiciens français n'avaient mesuré qu'un arc de 57″,

(1) Les oscillations qui abaissent et relèvent tour à tour le plan de l'équateur, et qui constituent le mouvement nommé *nutation de l'axe terrestre*, s'accomplissent dans une période d'environ 19 ans. J. H.

(2) *Laplace*, Système du monde, 218.

et M. *Svanberg* poussa l'opération jusqu'à 1° 37′. D'après le résultat définitif de cette mesure (1), le degré du méridien se trouve de 57, 209 toises à 66° 20′ de latitude, ou plus court de 196 toises que ne l'avait donné la mesure de 1737. Ce degré comparé avec celui de France, donne $\frac{1}{307}$ pour l'aplatissement, et avec celui du Pérou $\frac{1}{324}$. On peut encore, par diverses hypothèses, combiner cette mesure avec un aplatissement de $\frac{1}{330}$. Ainsi, elle n'offre aucune différence essentielle avec le résultat adopté par les géomètres français.

Les planètes mêmes, éloignées de nous de plusieurs millions de lieues, ont concouru à fixer nos idées sur l'aplatissement du sphéroïde terrestre. Cette altération de la figure sphérique, comme résultat de la rotation d'un corps céleste sur lui-même, se manifeste encore dans la planète de Jupiter, où elle est assez sensible pour qu'on aperçoive dans les lunettes la différence des deux diamètres du disque, qui est presque de $\frac{1}{10}$; et quand on compare la mesure exacte de cet aplatissement, les dimensions de Jupiter et la durée de sa rotation, avec celles de la terre, on trouve pour cette dernière planète (2) un aplatissement proportionnel de $\frac{1}{338}$, ce qui coïncide encore avec le résultat de la grande mesure française.

Nous ne dissimulerons point que cet accord, qui paraissait devoir être universel, a été troublé par quelques doutes nouveaux. Les deux mesures des Indes orientales, l'une par *Burrow*, sous le tropique, l'autre par *Lambdon*, à 12 degrés de latitude nord, ont à la vérité donné des résultats qui se combinent passablement bien avec ceux des mesures françaises, quoiqu'ils soient encore plus favorables à la théorie de Newton (3). Mais la mesure de trois degrés, faite en

(1) *Svanberg*, Exposition des opérations faites en Laponie. Stockholm, 1805, p. 164-192. — (2) *Laplace*, Système du monde, 253. — (3) *Zach*, Correspondance, XII, 488-493.

Angleterre par le major Mudge (1), donne, en ne la considérant qu'en elle-même, un aplatissement *sous l'équateur* de $\frac{1}{55}$. Ce résultat singulier semble prouver décidément que la figure sphéroïdique de la terre est sujette à des irrégularités que des mesures extrêmement multipliées pourront seules déterminer (2).

On peut donc considérer la quantité de l'aplatissement de la terre, comme suffisamment connue pour les besoins de la géographie. Il y a même encore peu de géographes qui, dans la construction des cartes tracées sur une petite échelle, aient eu égard à l'aplatissement ou à l'ellipticité de la terre. Maupertuis, Murdoch et d'autres ont, à la vérité, calculé des tables qui indiquent l'accroissement des degrés de longitude sur un sphéroïde elliptique (3). Le géographe Bonne démontra à Rizzi-Zannoni (4), que dans sa grande carte d'Europe, celui-ci eût dû faire sentir l'effet de l'ellipticité qu'on présumait alors de $\frac{1}{179}$. Mais les mesures et les calculs ont aujourd'hui changé un des élémens de cette question. L'aplatissement de la terre, réduit à $\frac{1}{334}$ du diamètre de l'équateur, ne produisant entre ce diamètre et l'axe qui passe par les pôles, qu'une différence d'environ sept lieues, ne donnerait pour un sphéroïde dont le grand axe aurait 3 pieds, qu'une différence de 1 ligne $\frac{1}{3}$, quantité qu'il serait très-difficile d'observer avec précision dans la construction des globes. On peut donc continuer à les faire exactement sphériques. Dans la topographie et dans l'hydrographie spéciale, l'effet de l'aplatissement devient sensible, non seulement sur les degrés de latitude, mais aussi

(1) Philosoph. Transact., 1803, part. II, p. 383. Comp. *Lindenau* dans *Zach*, Corresp. XIV, 137 *sqq*. — (2) *Laplace*, Mécanique céleste, II, 144. — (3) *Maupertuis*, Elémens de géographie. Comp. Mém. de l'acad. des sciences, 1744, pag. 466. — (4) Réfutation d'un ouvrage de M. *Rizzi-Zannoni*, intitulé : Dissertation sur différens points de géographie; par M. *Bonne*, ouvrage rare, communiqué par *Lalande* à M. *de Zach*, Correspondance astronomique, I, 186.

sur ceux de longitude; il est du devoir d'un géographe soigneux d'y faire attention, en se conformant aux méthodes que plusieurs ouvrages récens donnent pour exprimer ces différences(1). Les tables annexées à ce volume, donnent des détails assez étendus sur la valeur absolue de chaque degré de longitude et de latitude, ainsi que sur la comparaison du nouveau système métrique avec les anciennes mesures. Toutefois, nous ne devons point terminer ce précis historique sur les recherches relatives à la figure du globe, sans mettre immédiatement sous les yeux du lecteur les principaux résultats de la grande mesure française; les voici :

Bases de la nouvelle Métrologie.

	En mètres.	En pieds de France.
Le quart du méridien..	10,000,000..	30784440
Le degré décimal.....	100,000..	$307844.^{4}$
Le myriamètre	10,000..	$30784.^{44}$
Le kilomètre (2).....	1,000..	$3078.^{444}$
L'hectomètre.....	100..	$307.^{8444}$
Le décamètre.....	10..	$30.^{78444}$
Le mètre.....	1..	$3.^{078444}$

Nouvelles divisions astronomiques.

Le quart du méridien terrestre..... 100°
Le degré..... 100′
La minute ou prime..... 100″
La seconde..... 100‴

Rapport avec les anciennes mesures astronomiques.

1 degré centésimal vaut..... 54′
1 minute..... 32″4
1 seconde..... 0″324

(1) *Puissant*, Traité de géodésie, p. 125 et suiv. *Dubourguet*, Traité de navigation, etc.

(2) Le nom adopté est *kilomètre;* mais c'est un barbarisme; on devrait dire *kiliomètre*.

Dimensions du globe (1).

	En mètres.	En toises.
Rayon de l'équateur ou demi-grand axe de l'ellipsoïde terrestre	6,375,750	3,271,226
Rayon du centre au pôle ou demi-petit axe	6,356,662	3,261,432
L'aplatissement aux pôles ou excès du rayon équatorial sur le rayon polaire	19,088	9,794
Rayon de la terre, supposée sphérique	6,366,206	3,266,329
Circonférence de l'ellipsoïde sous le méridien de Paris	39,999,867	20,522,960
Circonférence sous l'équateur	40,059,948	20,553,717

Principaux degrés.

	En mètres.	En toises.
Ancien degré de latitude sous l'équateur	110,614	56,753
Ancien degré de latitude sous le 45e parallèle N.	111,117	57,011
Ancien degré de latitude sous le pôle	111,612	57,264
Nouveau degré de latitude sous l'équateur	99,552	51,078
Nouveau degré de latitude à 50° N. (nouvelle mesure)	100,006	51,310
Nouveau degré de latitude sous le pôle	100,449	51,538

	Sur une sphère.	Sur un sphéroïde aplati de $\frac{1}{335}$.
Nouveau degré de longitude à 0° latitude	100,000m	100,149m
Idem, à 50° lat. N. (nouv. div.).	70,711	70,922
Idem, à 99° latitude	1,571	1,577

(1) Ces dimensions se rapportent à un aplatissement de $\frac{1}{335}$; nous les reproduisons en attendant que les astronomes aient complété la recherche de cette quantité, qui est assez petite pour que les géographes puissent sans inconvénient la négliger. J. H.

La petite valeur de ces différences, par lesquelles notre ellipsoïde terrestre se distingue d'un globe parfait, donne une haute idée de l'exactitude et de la subtilité des méthodes actuellement employées par nos astronomes et nos géomètres. Quelle finesse dans les instrumens et quelle rigueur dans les calculs n'a-t-il pas fallu pour que l'homme connût avec la dernière certitude, à quelques dizaines de toises près, les dimensions de ce vaste globe, en comparaison duquel notre corps n'est qu'un atome! Qu'on n'attribue pas du moins cette découverte aux anciens! S'il y a eu des érudits qui ont prétendu voir clairement dans quelques phrases vagues des savans de l'antiquité, une notion de l'aplatissement aux pôles (1), il s'en est heureusement trouvé d'autres qui y ont aperçu l'idée de l'aplatissement sous l'équateur (2); ces deux opinions opposées se détruisent donc l'une l'autre. La pensée même d'une ellipticité du globe terrestre ne pouvait naître que d'une idée claire sur la gravitation universelle. Il était donc réservé au génie de la géométrie moderne, d'entraîner l'esprit humain dans cette subtile et audacieuse recherche.

(1) *Fréret*, Mém. de l'acad. des inscriptions, tom. XVIII, p. 112.
(2) *Burnet*, Theoria telluris sacra, p. 26, 136, 137.

LIVRE VINGT-SEPTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Globes terrestres, de leur construction et de leurs principaux usages (1).

Pour bien fixer dans l'esprit les diverses connaissances qui forment la géographie, il a fallu avoir sous les yeux une image raccourcie de notre terre et de ses parties. La plus simple de ces représentations est le *globe terrestre artificiel;* c'est le relief de la terre en petit avec ses mers, ses continens et ses îles. On y indique aussi les montagnes, rivières et villes principales. Tous ces points ont sur le globe artificiel leur *véritable position;* ils sont représentés, dans leur ensemble et entre eux, comme ils se trouvent sur la terre même, d'après les observations astronomiques et les mesures géodésiques. Aucune carte géographique ne peut donner que des vues perspectives d'une partie du globe, dans lesquelles il entre toujours plus ou moins d'erreurs de convention.

Nous retrouvons sur le globe artificiel l'image matérielle de ces cercles mathématiques qui, dans le livre XXV, nous ont servi à concevoir les divers rapports de la terre avec les astres, et des lieux terrestres entre eux. Ainsi, sur la surface même du globe, on doit trouver indiqués l'équateur terrestre, les tropiques, les cercles polaires; ensuite par des lignes moins fortes, les autres parallèles à l'équateur, de 5 en 5, ou de 10 en 10 degrés, selon la grosseur du globe. On voit de même les méridiens indiqués de 5 en 5 ou de 10 en 10; ils sont numérotés à leur point d'in-

(1) *Bion*, Usage des globes, 1718. *Scheibel*, Instruction sur l'usage des globes artificiels (en allemand), 1779 et 1785.

tersection avec l'équateur. Les parallèles à l'équateur sont également numérotés à l'endroit où ils coupent celui des méridiens, qu'on aura choisi pour le premier. L'écliptique est également marquée sur les bons globes.

Les pôles sont indiqués par deux poinçons sur l'axe desquels le globe tourne. Ces deux poinçons sont fixement unis à un cercle de métal qui entoure le globe d'un pôle à l'autre, de sorte qu'en tournant le globe, chaque endroit terrestre passe sous ce cercle. Il sert donc de *méridien général*, et c'est ainsi qu'on l'appelle. Les degrés de latitude, et même, sur les grands globes, les minutes et secondes, se trouvent sur le méridien général.

Les supports ou les pieds de toute la machine, soutiennent une bande circulaire en métal ou en bois; elle coupe le globe, quelque position qu'on donne à celui-ci, en deux hémisphères, l'un supérieur, l'autre inférieur; elle représente ainsi l'*horizon* rationnel. Cet horizon artificiel a plusieurs cercles tracés sur sa surface; le plus intérieur marque le nombre de degrés des douze signes du zodiaque; on y lit les noms de ces signes, et les jours du mois. Un autre cercle est divisé en trente-deux parties qui représentent les rumbs de vent.

Le *quart de cercle pour prendre les hauteurs* est destiné à remplacer le compas dans différentes recherches. C'est une petite lame de cuivre attachée au méridien général, et divisée en 90 degrés(1), qui sert à mesurer la distance et le gisement des lieux sans compas. Le *cercle horaire* est fixé sur le pôle du nord; il est divisé en vingt-quatre heures, et porte une aiguille mobile qui tourne autour de l'axe du globe. On met encore au pied du globe une *boussole*, qui doit être fixée dans la parallèle et la méridienne de l'horizon.

Les fabricans de globes, et surtout ceux de Paris, mettent, depuis plusieurs années, si peu de soin dans la

(1) Il va ordinairement à 114 degrés, ou l'arc égal au diamètre.

délicate construction de cet instrument, qu'un amateur de géographie, avant d'acheter un globe, ne saurait trop scrupuleusement en examiner la qualité. Il faut s'assurer de la correspondance parfaite des divisions marquées sur les cercles. Les degrés de l'équateur et de l'écliptique doivent être égaux entre eux, et avec ceux du quart de cercle des hauteurs. La même égalité doit se trouver entre les degrés du méridien général et l'horizon, représenté par le cercle intérieur de la bande circulaire du milieu. On examine ces divisions en interceptant par un compas un certain nombre de degrés, et en essayant si, avec la même ouverture du compas, on peut partout intercepter le même nombre de degrés. Le globe doit être à une distance égale du méridien général et de l'horizon, et assez loin pour ne jamais se frotter contre ces cercles. Ceci n'a lieu que dans les globes de la plus mauvaise qualité. Le globe doit être perpendiculairement balancé sur les deux poinçons qui représentent les pôles. On le voit, si, étant tourné, il s'arrête aussitôt que l'on cesse d'y toucher. L'équateur doit, dans toutes les positions, couper le méridien, et, s'il y a lieu, l'horizon en deux arcs égaux; donc il doit toujours, en tournant avec le globe, coïncider avec les points où commencent les quarts de ces cercles. Dans la sphère parallèle, il doit toujours conserver le parallélisme le plus exact avec l'horizon. De même, les tropiques et cercles polaires doivent partout coïncider avec les latitudes qui leur appartiennent.

Le réseau, ou l'ensemble des lignes représentant les cercles de longitude et de latitude, doit correspondre exactement dans toutes ses jointures; ce qui est fort rare même dans les grands globes; la surface du papier collé sur le globe, y est rarement rapportée avec une exactitude parfaite.

Le globe sert, généralement parlant, à récapituler les

élémens de la géographie mathématique; pour en faire connaître l'usage, nous allons en étudier la construction primitive. La manière la plus simple, comme la plus exacte, de construire un globe, c'est de dessiner immédiatement sur sa surface, par les procédés que nous allons décrire, les cercles, lignes et points qu'elle doit représenter (1).

Supposons d'abord qu'on ait fixé deux points diamétralement opposés pour représenter les pôles et pour y faire passer l'axe de rotation : prenant l'un de ces points pour centre et à égale distance de chacun, on décrira un cercle qui sera l'équateur; on tracera par les pôles un autre grand cercle pour représenter le *premier méridien*, qu'on divisera en 90 degrés, à partir de l'équateur en allant vers chaque pôle; ensuite on divisera, à partir de ce méridien, la circonférence de l'équateur de degré en degré. Ces deux cercles étant déterminés, il est facile de placer sur le globe un lieu dont on connaîtra, par les tables géographiques, la latitude et la longitude; car il suffira de marquer la première sur le premier méridien, et, par le point où elle tombe, on décrira, en prenant le pôle pour centre, le cercle parallèle à l'équateur, passant par le lieu proposé; puis menant par le point de l'équateur sur lequel tombe la longitude, et par les pôles, un demi-cercle, on aura le méridien dont la rencontre avec le parallèle marque la position de ce lieu.

C'est par ce moyen qu'on trace de dix en dix degrés (ou de cinq en cinq) les *cercles de latitude* et de *longitude*, marqués sur le globe. Nous ferons, au sujet de ces cercles, une remarque peut-être un peu trop élémentaire pour la plupart de nos lecteurs.

Les *cercles de latitude* sont parallèles à l'équateur : ils diminuent donc nécessairement, jusqu'à ce que le dernier

(1) *Varenius*, Géographie générale, liv. III, ch. XXXII, prop. 5.

cercle de latitude s'identifie avec le point même du pôle. Les *cercles de longitude* ou les *méridiens*, vont de pôle à pôle, et coupent l'équateur perpendiculairement; à très-peu de chose près, ils sont égaux. On ne compte les degrés de latitude que sur les cercles de longitude, et *vice versâ*. Les *degrés de latitude* sont par conséquent de petits arcs de $\frac{1}{360}$ d'un *cercle de longitude*, interceptés par deux *cercles de latitude*. Donc ils seraient égaux sans cette petite différence qui vient de l'aplatissement, et qui les fait croître un peu vers les pôles. Les *degrés de longitude* sont de petits arcs de $\frac{1}{360}$ d'un *cercle de latitude*, interceptés par deux *cercles de longitude*. Donc les degrés de longitude vont en diminuant, à mesure que les cercles de longitude se rapprochent; et dans le point où tous ces cercles, jusque-là convergens, se coupent, c'est-à-dire au pôle, il n'y a plus de longitude.

La numération des latitudes commence à l'équateur; elle a par conséquent une origine déterminée par les circonstances mêmes du mouvement de la terre; il n'en est pas ainsi de la longitude, car tous les méridiens étant de grands cercles, la nature ne fournit aucun motif pour en choisir un préférablement à tout autre, comme terme d'où on comprend la longitude, ou comme *premier méridien;* aussi les géographes des diverses nations ont-ils beaucoup varié dans ce choix.

Ptolémée a placé son premier méridien aux îles Fortunées (aujourd'hui les Canaries), parce que c'était la limite la plus occidentale des pays connus alors; et comme leur étendue d'orient en occident était plus considérable que celle du midi au nord, la première reçut le nom de longitude (ou longueur), et la seconde celui de latitude (ou largeur) qu'elles portent encore aujourd'hui. Ce premier méridien des anciens n'est pas connu d'une manière certaine, puisque sa position dépend du sens précis qu'on

veut donner à l'appellation d'*îles Fortunées*, sens que nous avons discuté dans l'Histoire de la géographie.

Pour rendre uniforme la manière d'exprimer les longitudes dans les géographies françaises, Louis XIII ordonna, par une déclaration expresse, de placer le premier méridien à l'*île de Fer*, la plus occidentale des *Canaries*. De Lisle, le premier qui mit de la précision dans les déterminations géographiques, fixa la longitude de Paris à 20 degrés à l'est de ce méridien. Des observations plus exactes encore ayant appris que la différence de longitude entre Paris et le bourg principal de l'île de Fer était de 20° 5′ 50″, il a fallu avancer le premier méridien de 5′ 50″ à l'orient de ce point; en sorte qu'il n'est plus qu'un cercle de convention qui ne passe par aucun lieu remarquable.

Les Hollandais avaient fixé leur premier méridien au *Pic* de Ténériffe, montagne située dans l'île de ce nom, et qu'on regardait alors comme la plus élevée du globe.

Gérard Mercator, fameux géographe du XVIe siècle, a choisi le méridien qui passe par l'île *del Corvo*, une des Açores, parce que, dans son temps, c'était la ligne sur laquelle l'aiguille aimantée ne souffrait aucune variation. Il faut avouer que c'est le point de départ le plus naturel et le plus commode, par rapport aux mappemondes.

Les géographes ne se sont trouvés d'accord que pour le maintien d'un abus : c'est de n'entendre, par le nom de méridien d'un lieu, que la moitié du grand cercle correspondant au méridien céleste ; l'autre moitié qui est dans l'hémisphère opposé, par rapport aux pôles, est quelquefois appelée l'*antiméridien*.

Les géographes commencent à compter les longitudes du côté oriental du premier méridien qu'ils ont choisi, et poursuivent dans le même sens, sur toute la circonférence de l'équateur, jusqu'à ce qu'ils soient revenus au côté occi-

dental du méridien. Par cette manière de compter, les longitudes peuvent s'élever jusqu'à 360°.

Ces conventions ont été changées par les marins, surtout depuis que les observations astronomiques sont devenues d'un usage général dans la navigation; les tables qui indiquent l'heure des phénomènes célestes et la position des astres à diverses époques, étant toujours calculées pour le méridien de l'observatoire principal de chaque nation, les navigateurs ont trouvé plus simple de rapporter à ce méridien les points des routes qu'ils parcourent. C'est ainsi que les marins français comptent tous du méridien de l'Observatoire de Paris, et les Anglais de Greenwich. Observons, en outre, que les marins concluent la longitude de la différence du temps qui s'écoule entre le passage des méridiens par un même astre ou de la différence des heures que l'on compte au même instant en deux lieux différens. Si on s'est avancé vers l'orient, on compte plus que sous le méridien d'où l'on est parti; le contraire a lieu quand on s'avance vers l'ouest. D'après ces considérations il est nécessaire, quand on convertit une différence de temps en une différence de longitude, d'indiquer si elle est *orientale* ou *occidentale*. Dans cette manière de compter, on marque toujours la longitude par le côté le plus près du premier méridien, en sorte que les longitudes n'embrassent que la demi-circonférence, ou ne s'élèvent pas au-delà de 180°, et que le globe se trouve partagé en deux hémisphères par rapport au premier méridien : dans l'hémisphère situé à l'ouest, les longitudes ont la dénomination d'*occidentales ;* elles sont *orientales* dans l'autre. Toutes les cartes marines sont établies d'après ce système de numération.

Ces diversités dans la manière de compter la longitude, nécessitent des calculs de réduction. On est obligé, avant de pouvoir se servir d'une carte, d'examiner quel est le

méridien adopté par le géographe, « ce qui souvent embarrasse même les personnes instruites (1). »

Lorsqu'il s'agit des longitudes comptées d'après la méthode des géographes, c'est-à-dire en faisant le tour entier du globe par l'orient, il faut prendre la différence de longitude des deux méridiens que l'on compare; et si le méridien duquel on veut partir est à l'occident de l'autre, on doit ajouter cette différence à toutes les longitudes comptées de cet autre; dans le cas contraire, on la retranchera.

Par exemple, Moscou est à 35 degrés 12 min. 45 sec. du méridien de Paris; à combien est-il de celui de Greenwich? Ajoutez la différence, qui est 2 deg. 20 min. 15 sec., et vous aurez le résultat : 37 deg. 33 min. En voici un autre: Paris est à 20 deg. du méridien de l'île de Fer; à combien est-il du méridien hollandais de Ténériffe? Ce méridien étant à un degré plus à l'orient que l'autre, retranchez 1 de la longitude donnée, et vous aurez 19. Il arrive dans ce calcul deux cas particuliers. Le résultat par addition peut surpasser 360 degrés; par exemple, Madrid est à 353° 57′ 40″ de Paris, en comptant à la manière des géographes; à combien de l'île de Fer? Vous trouvez, en ajoutant la différence des méridiens, 373 degrés 57′ 40″, mais comme cette somme surpasse la valeur du cercle entier, vous voyez que vous avez repassé une seconde fois par le méridien de l'île de Fer; il faut donc en retrancher 360°, et vous aurez 13° 57′ 40″. De même il arrive que la longitude donnée est moindre que la différence des méridiens qu'on doit en retrancher; dans ce cas, on ajoute 360° à la longitude, puis on en retranche la différence, et on trouve la somme cherchée. Par exemple, l'île Gomère est à 32′ de l'île de Fer; vous demandez à combien elle est du méridien de Ténériffe? Ajoutez 360° à 32′, retranchez la différence et vous aurez 359°

(1) *D'Alembert*, dans l'*Encyclopédie*.

32′ qui est la longitude demandée. On aperçoit la raison de ces opérations en les répétant sur un globe.

La réduction des longitudes comptées à la manière des navigateurs, est bien plus d'usage. Si on part du même méridien, toutes les longitudes marines orientales jusqu'à 180°, sont les mêmes que dans la manière de compter des géographes; à l'égard des longitudes marines occidentales, il suffit de les retrancher de 360° pour les ramener à la numération des géographes. En voici un exemple : la baie d'O-taïtipiha, dans l'île d'O-taïti, a été déterminée par les navigateurs à 151° 55′ 45″ de longitude occidentale du méridien de Paris; si de 360° on retranche 151° 55′ 45″, la différence qui est 208° 4′ 15″, sera la longitude comptée à la manière des géographes. Il est évident que par une opération inverse, on peut transformer en longitudes nautiques les longitudes géographiques au-dessus de 180 degrés, en les retranchant de 360°.

Si on part de deux méridiens différens, il faut remarquer de quel côté le méridien auquel on veut rapporter les longitudes, est placé par rapport à l'autre, pour retrancher leur différence de toutes les longitudes de même dénomination que ce côté, et l'ajouter à toutes celles de dénomination contraire. Un exemple fera mieux comprendre cette règle. Le méridien de l'Observatoire de Paris étant de 2° 20′ 15″ à l'orient de celui de Greenwich, toutes les longitudes orientales par rapport à Greenwich, doivent être diminuées de cette quantité pour se rapporter au méridien de Paris, et les longitudes occidentales doivent être augmentées de cette quantité. C'est ainsi que la longitude du cap de Bonne-Espérance, étant de 18° 23′ 15″ à l'est du méridien de Greenwich, devient de 16° 3′ à l'est de celui de Paris; au contraire, le cap Horn, placé par les Anglais à 67° 21′ 15″ à l'ouest de Greenwich, se trouve à 69° 41′ 30″ à l'ouest de Paris.

Dans ces réductions, comme dans celles des longitudes géographiques, il peut arriver que les points à réduire tombent entre ces deux méridiens ou entre leurs méridiens opposés. Le lieu qui est oriental par rapport à l'un, devient alors occidental à l'égard de l'autre. Dans le premier cas, on ne peut plus retrancher de la longitude à réduire la différence des deux méridiens proposés; il faut faire le contraire, et changer la dénomination. Dans le second cas, le nombre qui résulte de l'addition de la différence des méridiens avec la longitude comptée du méridien qu'on veut changer, surpasse 180°, parce qu'il se trouve au-delà du méridien opposé à celui auquel on rapporte les longitudes; il faut la retrancher de 360° ou de la circonférence entière, pour la faire partir d'un côté contraire au même méridien : la longitude change par conséquent encore de dénomination.

Douvres, par exemple, est à 1° 18′ 30″ à l'*orient* de Greenwich; en retranchant cette longitude de la différence des méridiens, 2° 20′ 15″, il restera 1° 1′ 45″, ce qui est la longitude *occidentale* de Douvres à l'égard du méridien de Paris. Voici un exemple du deuxième cas : à l'île de la Tortue, située dans la mer Pacifique, les Anglais comptent 177° 57′ ouest de longitude; en y ajoutant 2° 20′, on trouve 180° 17′ : ce lieu est donc 17′ au-delà du méridien opposé à celui de Paris; et en retranchant 180° 17′ de 360°, on a 179° 43′ de longitude est, à l'égard du méridien de Paris.

Dès qu'on a tracé sur le globe les principaux cercles de longitude et qu'on y a placé les lieux connus par des observations, et qui sont ordinairement les capitales des Etats, les ports les plus fréquentés et les promontoires les plus saillans, il ne reste qu'à remplir les espaces intermédiaires en dessinant, d'après les meilleures cartes géographiques, les sinuosités des rivages, le cours des fleuves et

l'enchaînement des montagnes. Mais comme tous les matériaux de ces dessins doivent être pris dans les cartes dont nous enseignerons la construction dans les Livres suivans, il serait prématuré de parler ici plus au long des règles qu'il faut observer pour en choisir les meilleurs et pour les transporter sur le globe avec le plus d'exactitude. Remarquons seulement que cette manière de dessiner les détails géographiques immédiatement sur une boule de cuivre, de bois ou d'une autre matière quelconque, n'est employée que par des amateurs de la science qui veulent s'instruire en s'amusant, ou par des géographes chargés particulièrement de satisfaire le goût de quelque grand seigneur. Les fabricans de globes se servent d'une méthode moins lente, moins coûteuse, et qui leur permet de multiplier les exemplaires; ils font dessiner et graver une carte générale du monde, distribuée en *fuseaux*, c'est-à-dire en segmens sphériques dont ils couvrent ensuite la boule destinée à devenir un globe terrestre. La manière de tracer ces fuseaux sera indiquée en son lieu.

Le premier usage qu'on peut faire du globe, c'est de déterminer la distance d'un lieu à un autre. La plus courte distance de deux points sur la sphère se mesure par l'arc du grand cercle qui les joint; et comme tous les grands cercles sont égaux, les degrés d'un grand cercle quelconque contiennent le même nombre de mesures itinéraires que celles du méridien : on prend donc avec un compas l'ouverture de l'arc compris entre les points proposés, pour la porter sur le méridien ou sur l'équateur qui sont gradués.

Si, par exemple, l'arc compris entre deux lieux marqués sur le globe, et rapporté sur le méridien, contient 2° 45′, on aura la plus courte distance de ces points en mesures itinéraires, en convertissant les degrés et minutes en lieues marines à raison de 20 au degré; on obtiendra d'abord 400 lieues pour les 20°, et chaque minute valant un tiers

de lieue ou un *mille nautique*, les 45′ donneront 15 lieues; ainsi le résultat total sera de 415 lieues marines.

Les géographes soigneux substituent à l'opération faite sur le globe, le calcul qui conduit à un résultat plus précis. Considérons, par exemple, le triangle sphérique APL, *fig.* 6, formé par les méridiens AP et PL des lieux A et L dont on cherche la distance, et par l'arc du grand cercle AL, qui les joint. On connaît dans ce triangle les côtés AP et PL, qui sont les distances des points A et L au pôle P, ou le complément de leurs latitudes, et l'angle APL mesuré par leur différence de longitude; les règles de la trigonométrie sphérique donneront en degrés et parties de degrés, le côté AL, que l'on convertira en mesures itinéraires. Si les lieux A et L étaient dans deux hémisphères différens, l'une des distances au pôle serait plus grande de 90° que la latitude de l'un de ces points (1).

Lorsque les lieux dont on veut déterminer la distance

(1) Quelques uns de nos lecteurs verront peut-être avec plaisir un exemple de ce genre de calcul.

On demande la distance de Paris à Philadelphie. Longitude ouest de Philadelphie 77° 36′ 0″. Long. de Paris 0° 0′ 0″. Différence de longitude A = 77° 36′ 0″. Lat. N. de Paris 48° 50′ 15″; donc le complément B = 41° 9′ 45″. Lat. N. de Philadelphie, 39° 56′ 57″; donc le complément C = 50° 3′ 3″. Multipliez la *tangente* B par le *cosinus* A, vous aurez une tangente que nous nommerons x. Il faut la retrancher de C, si A est au-dessous de 90°, et l'additionner si A est au-dessus. Il en résulte la quantité que nous nommerons y. Maintenant on dira : comme le cosinus x est au cosinus B, ainsi est le cosinus y au cosinus de la distance demandée D. Le calcul se fait au moyen des tables des sinus.

log. Tang. B =	9.94165	log. Cos. x =	9.99249
log. Cos. A =	9.33190	log. Cos. B =	9.87670
log. Tang. x =	9.27365	log. Cos. y =	9.88790
donc x =	10°37′48″	log. Cos. D =	9.77211
C =	50° 3′ 3″	donc D =	53°42′50″
C — x = y =	39°25′15″	=	1074 lieues de 20 au degré.

Voyez les Trigonométries et les formules générales dans *Puissant*, Traité de géodésie, art. 89. Comp. art. 30.

sont sous le même méridien, il suffit de prendre la différence de leurs latitudes et de la convertir en mesures itinéraires. Une différence de quelques minutes en longitude n'a pas un effet sensible sur le résultat; ainsi on ne se tromperait guère d'une lieue en mesurant la distance de Paris à Alger sur le méridien de Paris, quoiqu'il soit à 41′ plus à l'occident que celui d'Alger.

On doit se garder de prendre la différence de longitude en degrés de deux points situés sur le même parallèle pour la mesure de leur distance; cela ne peut se faire qu'à l'égard des points de l'équateur, qui est un grand cercle; mais ses parallèles étant de petits cercles dont le rayon diminue à mesure qu'on s'approche des pôles, il suit du principe énoncé ci-dessus que la longueur absolue de leurs arcs ne donne point la véritable mesure de la plus courte distance des extrémités de ces arcs; cette distance ne saurait être mesurée que par un grand cercle passant par les deux points extrêmes. En effet, le rayon du parallèle étant plus court que celui du grand cercle, l'arc du parallèle a plus de courbure que celui du grand cercle compris entre les mêmes points, et est par conséquent plus long. En voici un exemple frappant. Pétersbourg est presque sous la même latitude que l'île de Kodiak, dans l'Amérique russe; la différence en longitude est d'environ 180 degrés, valant sous ce parallèle 1800 lieues marines; mais la plus courte distance de ces deux lieux est, en comptant sur un méridien qui leur est presque commun, 60 degrés de latitude, valant 1200 lieues. Il est vrai que pour en profiter, il faudrait passer par les glaces éternelles du pôle. Ainsi, en géographie comme en politique, le chemin droit n'est pas toujours le plus avantageux.

Il est donc nécessaire, dans beaucoup de cas, de mesurer les distances sur les parallèles, et, par conséquent, de savoir exactement la valeur des degrés de longitude marqués

sur les cercles parallèles. Le globe rend sensible aux yeux la diminution de ces degrés vers les pôles; nos tables l'indiquent en détail (1). Mais il faut en connaître le principe mathématique. La longueur des degrés marqués sur les parallèles, est proportionnelle aux rayons des cercles; or, les rayons de l'équateur et de ses parallèles sont des perpendiculaires abaissées des différens points du méridien sur le diamètre de chacun de ces cercles, comme dans la *figure* 6 les lignes EC et HK. Si l'on prend par conséquent le rayon EC pour la longueur du degré de l'équateur, et qu'on le divise en vingt parties représentant des lieues marines, le nombre de ces parties que pourra contenir le rayon HK du parallèle LM, fera connaître la valeur du degré de ce parallèle en lieues. Il s'en suit que pour déterminer la longueur des degrés sur chaque parallèle, il suffit de décrire sur une ligne EC, qui représente la longueur du degré du méridien ou de l'équateur, un quart de cercle EP, le diviser en degrés et abaisser des perpendiculaires de chaque point de division sur le rayon CP; ces lignes seront les longueurs respectives du degré des parallèles pour toutes les latitudes.

La ligne HK étant le sinus de l'arc PH et le cosinus de l'arc EH, dont l'un mesure la distance du parallèle HM au pôle, et l'autre la latitude de ce parallèle, on voit qu'en prenant pour unité le degré de l'équateur, celui d'un parallèle quelconque sera le cosinus de la latitude, donné par les tables trigonométriques. Par exemple, la latitude de Paris étant de 48° 50′, et le cosinus de cet angle étant 0,658 du rayon; en multipliant ce nombre par 20 lieues marines, on aura pour la valeur du degré du parallèle 13 lieues. A la latitude de Pétersbourg ou 60°, le degré de longitude est réduit à 10 lieues, parce que le cosinus de 60° est la moitié du rayon.

(1) Voyez les *Tables* annexées à ce volume.

Nous avons indiqué ce qu'on doit entendre par *nord* et *sud*, *est* et *ouest*; c'est en étudiant bien le globe que l'on parvient à saisir parfaitement la valeur de ces termes. Deux endroits terrestres situés sous le même méridien, sont directement nord et sud l'un de l'autre, et tous les endroits intermédiaires, c'est-à-dire tous les points de la ligne de distance, sont également nord et sud l'un de l'autre, et tous réciproquement sur la même aire du compas. De même, deux points quelconques, pris sous l'équateur terrestre, sont directement est et ouest l'un de l'autre, et tous les points intermédiaires le sont également et se trouvent réciproquement sur le même rumb.

Si l'on prend deux endroits qui ne se trouvent ni sous le même méridien, ni sous l'équateur, quelle que soit d'ailleurs leur position relative, aucun des points intermédiaires ne sera, par rapport aux autres points, sur la même aire du compas. Car l'arc de grand cercle qui mesure la distance, est un arc de cercle vertical qui passe par le zénith des deux lieux en question; or, tout cercle vertical qui n'est lui-même ni un méridien, ni perpendiculaire aux méridiens terrestres (comme l'équateur), coupera tous les méridiens intermédiaires sous des angles inégaux entre eux. Mais ce sont ces angles de position qui déterminent l'aire du compas, sur laquelle un endroit est relativement à un autre. Donc, comme tous les endroits intermédiaires entre les deux endroits en question, offriront des angles de position inégaux en degrés, chacun d'eux sera sur une autre aire de l'endroit suivant, que l'endroit précédent n'était de lui. Ainsi, en suivant la route la plus courte, entre deux endroits situés hors de l'équateur et sous des méridiens différens, on changerait à chaque pas de rumb. C'est ce que démontre la *figure* 18, où PE*p* représente un méridien, EGI l'équateur, HLQ un parallèle, et HIK le grand cercle perpendiculaire au méridien en H. On peut

y remarquer aussi que tous les grands cercles perpendiculaires au même méridien se rencontrent en deux points opposés, I et *i*, qui sont les pôles de ce méridien. Ces grands cercles s'approchent donc continuellement les uns des autres; et ce n'est que dans un très-petit espace, de chaque côté du méridien PE*p*, qu'on peut regarder comme parallèles entre eux les cercles IE*i* et IH*i*; ce n'est donc aussi que dans une petite étendue qu'on peut regarder comme parallèles les lignes *est* et *ouest*, et les perpendiculaires à la méridienne (1).

Le grand cercle IHK, perpendiculaire au méridien *p'*EP, coupe les autres méridiens, comme *p'*LP, sous des angles différens pour chacun, tandis que le parallèle HLQ les rencontre tous à angle droit. Il résulte de là qu'en allant du point H au point L sur le parallèle, on se détourne à chaque instant de l'alignement qu'on avait d'abord suivi, pour se remettre à angle droit avec les divers méridiens sous lesquels on passe, et qui tendent tous au pôle P. Ce n'est donc qu'avec le secours d'une boussole, ou, plus exactement encore, en déterminant de proche en proche la position du méridien, et en se maintenant toujours à la même latitude, qu'on trace sur la surface terrestre un parallèle à l'équateur, ou qu'on s'avance directement, soit à l'*est*, soit à l'*ouest*.

Cette différence entre les points *est* et *ouest* du monde et ceux de chaque lieu en particulier, influe sur la navigation et sur les cartes marines. Le navigateur cherche, autant que possible, à naviguer sur le même rumb, du moins pour un certain temps; il ne peut pas sans cela savoir où il dirige sa course. D'ailleurs, il faut d'abord diriger sa route de sorte qu'on arrive à l'endroit où l'on veut aller; et secondement, on doit y aller par le plus court détour possible. Si le vaisseau navigue toujours est

(1) Voyez ci-après : *Projection de la carte de Cassini.*

et ouest sous l'équateur, sa route sera un arc de l'équateur, et, par conséquent, le plus court chemin entre deux endroits situés sous l'équateur. Si le vaisseau est dirigé constamment nord ou sud, il décrira un arc d'un méridien, et en même temps le plus court chemin entre l'endroit de départ et celui d'arrivée. Si le vaisseau, hors l'équateur, navigue constamment est ou ouest, il décrira un parallèle à l'équateur. Donc, si l'endroit de sa destination est à l'est ou à l'ouest de celui du départ, et sous le même parallèle, le vaisseau y arriverait à la vérité, en allant toujours sur le même rumb, mais par un chemin quelquefois très-long.

Si, au contraire, un vaisseau se dirige constamment vers le même point du compas, ce point n'étant pas un des quatre cardinaux, il décrira sur le globe *une courbe qui ne rentre point dans elle-même, mais qui tourne en spirale à l'infini, en s'approchant toujours du pôle sans jamais y arriver.* Voilà la définition théorique de la *ligne loxodromique.* On peut encore la définir ainsi : une courbe qui entoure le globe, à plusieurs révolutions, et dans laquelle chaque point est situé envers tous les autres sur la même aire du compas.

Cette ligne a été découverte par *Pierre Nonnius*, mathématicien portugais, auquel un navigateur demanda la cause d'un phénomène qui, sans doute, étonnerait ceux qui n'auraient point lu ce que nous venons de dire. On demande *pourquoi, en se dirigeant constamment sur l'aire d'est pour aller à une place située réellement à l'est d'une autre (par la plus courte route), on n'y arrive jamais, et même on s'en éloigne de plus en plus?* La raison est qu'en suivant toujours le même rumb hors l'équateur, et en changeant de méridien, on ne décrira point l'arc du grand cercle qui mesure la distance de deux endroits, mais une spirale ou loxodromique, qui ne passera jamais par l'endroit cherché.

Il faut qu'on se dirige sur la loxodromique qui passe par les deux endroits, ou sur une ligne qui coupe les méridiens intermédiaires sous un angle égal à l'angle d'inclinaison de la loxodromique qui passe par les deux endroits (1).

Il y a deux points sur le globe où il n'y a ni *est* ni *ouest;* ce sont les deux pôles.

On peut encore considérer le globe sous le rapport de l'étendue de sa surface; nous avons vu qu'elle était de 16,501,200 lieues marines carrées, en supposant la terre une sphère. Si l'on veut connaître l'étendue d'une zone quelconque, renfermée entre deux cercles parallèles, la géométrie nous apprend que la surface d'une zone sphérique est à l'aire de la sphère, comme la distance des parallèles qui la terminent est au diamètre; et cette distance répond sur le diamètre, à la différence des sinus des latitudes de chaque parallèle, ainsi que cela se voit sur la *fig.* 6, par la ligne CK, différence entre CP et KP. Si, par exemple, nous voulons évaluer la zone comprise entre le 48° et le 49° parallèles, et dans laquelle se trouvent Paris et ses environs, nous dirons:

Le sinus de 49° étant	0,755
Celui de. . 48°	0,743
La différence. . . .	0,012

réduite à la moitié 0,006, nous montre que cette zone renferme les $\frac{6}{1000}$ ou les $\frac{3}{500}$ de l'aire totale du globe; celle-ci étant estimée de 16,501,200 lieues carrées, on conclut que la zone renferme 99,007 lieues carrées.

Avec cette donnée, nous calculerons facilement l'étendue de chaque espace compris entre deux parallèles et deux méridiens donnés; elle est nécessairement dans le même rapport à la zone entière que la différence de longitude

(1) *Maupertuis*, Discours sur la parallaxe de la lune, 2; 12, 13, 14. Les Mémoires de l'académie des sciences, pour l'année 1754. *Varenius*, chap. XXXIX, etc. *Dubourguet*, Traité de navigation.

des deux méridiens est à la circonférence entière; on trouve par conséquent la valeur du quadrilatère terminé par deux méridiens distans d'un degré, et par le 48e et le 49e parallèles, en prenant la 360e partie du nombre 99007, qui indique l'aire totale de la zone; ce quadrilatère est de 275 lieues carrées environ.

Comme toutes les cartes sont partagées par les méridiens et les parallèles en quadrilatères qui ont ordinairement 1, 5 ou 10 degrés, on conçoit qu'un semblable calcul, fait pour chaque zone et pour chaque quadrilatère comprenant un degré de longitude et un degré de latitude, donnerait une suite de résultats à l'aide desquels on évaluerait presque sur-le-champ, soit sur le globe, soit sur les cartes, l'étendue de chaque région terrestre.

On n'aurait qu'à examiner combien de quadrilatères d'une valeur égale en degrés seraient inscrits ou circonscrits à la figure du pays qu'on voudrait mesurer, en prendre la valeur en lieues carrées dans la Table, et ensuite estimer celle des lisières qui se trouveraient tomber hors les limites de ces quadrilatères. Par ces moyens empruntés à la trigonométrie *sphérique*, on éviterait les erreurs qui ont presque nécessairement lieu lorsqu'on veut se servir de *l'échelle* de nos cartes ordinaires pour mesurer, d'après les règles de la trigonométrie *plane*, la surface carrée des diverses régions de la terre. Les cartes qui représentent une surface sphérique sur une surface plane, donnent inévitablement les espaces trop grands ou trop petits, soit au centre, soit à la circonférence, leurs *échelles* ou modules de mesure ne peuvent point s'appliquer uniformément à leur surface.

Un géomètre allemand (1) a calculé, d'après ces prin-

(1) *Klügel*, Annuaire astronomique de Berlin, p. 173. Comp. *Mayer*, Introduction complète à l'Art de tracer des cartes géographiques, etc., pag. 192 (en allemand).

cipes, des *Tables de la surface carrée des zones* dont nous avons inséré une traduction à la fin de cet ouvrage. Nous allons montrer, par un exemple, l'usage de ces calculs.

L'état de *Pensylvanie* est limité au nord par le parallèle de 42° et au sud par le parallèle de 39° 43′ 25″; il s'étend, dans le sens des longitudes, depuis 2° est (de Washington) à 356° 37′ 30″ ouest. Il n'y a qu'au nord un petit triangle vers le lac Erié, et une lisière comprise dans la courbure de la Delaware, qui dépasse cette figure; ces surfaces à ajouter égalent les coins des états voisins qui entrent dans la figure indiquée, et qui sont à retrancher; on peut donc considérer cette figure comme la surface totale de la Pensylvanie. Maintenant les quatre zones de 40 à 40° 30′, de là à 41°, à 41° 30′ et à 42°, doivent, d'après les Tables, avoir une surface de 217,345.77 lieues carrées de 20 au degré. Mais la zone entre 39° 43′ 25″ et 40° n'a que 16′ 35″ de largeur; il faut donc que la surface de la zone entière du demi-degré qui, selon les Tables, est = 553 12 lieues carrées, soit multipliée par $\frac{16^\circ 35'}{30'} = \frac{995''}{1800''}$. Ce qui donne pour la surface de cette petite zone 30599.11 lieues carrées, somme qui, ajoutée à celle des quatre zones de demi-degrés, forme un total de 24794.88 lieues carrées pour la surface de toute la zone terrestre, comprise entre les latitudes 39° 43′ 25″ et 42°. Maintenant, la Pensylvanie n'occupant sur cette zone que 5° 21′ 30″ de longitude, l'aire de la zone entière est à celle de la Pensylvanie, comme 360° à 5° 21′ 30″, ou comme 1296000 à 19290, ce qui donne pour la surface de la Pensylvanie 3690.48 lieues carrées de 20 au degré. Il est évident qu'on peut abréger ce calcul si l'on connaît, par les Tables, quelle est la surface d'un quadrilatère, compris entre deux méridiens et deux parallèles, distans chacun d'un degré ou d'un demi-degré; on compte ces quadrilatères, et une simple multiplication donne le résultat demandé, sauf à y ajouter les valeurs des

quadrilatères incomplets que l'on évalue facilement par une règle de proportion.

Les géomètres s'apercevront que ces évaluations ne sont rigoureusement exactes que dans la supposition de la terre sphérique; l'inégalité des degrés qui résulte de l'ellipticité de la terre, occasionne une petite différence entre l'aire d'une zone, prise sur le sphéroïde, et d'une autre prise sur la sphère. Mais cette différence, qui dépend de la quantité de l'aplatissement total du globe, est bien peu sensible, et ne s'élève sur une zone de 100,000 lieues carrées sous une latitude moyenne qu'à 2 ou 300 lieues carrées, tout au plus. D'ailleurs, les géomètres qui ont proposé des formules algébriques pour calculer la surface des zones de l'ellipsoïde, et qui ont promis de publier des Tables calculées d'après ces formules (1), pensent eux-mêmes que les irrégularités du sphéroïde terrestre ne sont pas encore connues d'une manière rigoureusement exacte.

Nous avons considéré le globe sous ses principaux rapports géométriques; il nous resterait, d'après l'antique usage des géographes, à enseigner comment on résout, au moyen du globe artificiel, diverses questions élémentaires. Mais d'abord nos lecteurs doivent déjà avoir senti que les solutions exactes de ces problèmes sont données par le calcul trigonométrique, et non pas par le globe; en second lieu, les questions qu'on cherche ordinairement à résoudre par le globe, sont pour la plupart ou trop puériles ou trop étrangères à la géographie pour mériter une mention dans cet ouvrage. Nous nous bornerons à quelques courtes indications.

On trouve la latitude d'un lieu terrestre quelconque en faisant tourner le globe jusqu'à ce que le lieu soit sous le

(1) *De Zach*, Correspondance, I, 181-184. *Pasquich*, ibid., 443, et IX, 301-308. Comp. *Klügel*, Annuaire astronomique. *Berlin*, de 1790, p. 243 *sqq.*

méridien fixe, et en lisant le degré marqué alors sur ce lieu. La longitude du même lieu se lit sur l'équateur au point sur lequel passe le méridien. Réciproquement la position d'un lieu dont on connaît la longitude et la latitude, se trouve en amenant sous le méridien le point de l'équateur qui a cette longitude, et en comptant sur le méridien la latitude donnée avec sa dénomination; le point où elle se détermine répond sur le globe à celui qu'on cherche.

L'heure que l'on compte dans un pays, lorsqu'il est midi dans un autre, s'obtient en plaçant ce dernier sous le méridien, et en fixant sur 12 heures l'aiguille du cadran qui environne le pôle, puis en faisant tourner le globe jusqu'à ce que le lieu dont on cherche l'heure soit arrivé sous le méridien; l'aiguille marque alors sur le cadran l'heure demandée: elle est *après midi*, si l'on a fait tourner le globe à l'orient, et *avant midi* dans le cas contraire.

Si on veut connaître la longueur du plus grand jour pour tous les points d'un hémisphère, du septentrional, par exemple, on n'a qu'à placer le méridien de manière que le bord du cercle polaire arctique rase l'horizon du globe; cet horizon représentera alors le cercle d'illumination. Si l'on amène dans le méridien un point quelconque de l'hémisphère proposé, qu'ensuite on fixe l'aiguille du cadran polaire sur 12 heures, et qu'on fasse tourner le globe vers l'orient jusqu'à ce que le point remarqué entre dans l'horizon, l'aiguille s'arrêtera sur l'heure à laquelle ce point passe de la partie éclairée à la partie obscure, qui est celle du coucher du soleil. Le nombre d'heures parcourues sur le cadran sera la moitié de la durée du jour cherché. En plaçant le pôle plus près de l'horizon, on donnera à ce cercle la position que prend le cercle d'illumination dans les temps qui précèdent et qui suivent les solstices, et on connaîtra, comme ci-dessus, la longueur du jour dans

chaque pays. Dans cette position du globe, tous les points qui se trouvent en même temps sur le bord occidental de l'horizon sont ceux qui, passant à la fois de la partie obscure dans la partie éclairée, voient le soleil se lever au même moment. Ceux qui sont sur le bord oriental le voient coucher à ce moment; et il passe alors au méridien pour tous ceux qui sont placés sur ce dernier cercle.

On marque ordinairement sur l'horizon des globes les directions des vents, à l'égard de la ligne méridienne, et les noms qu'on leur assigne; on peut par conséquent connaître la position d'un lieu à l'égard du soleil, au moment où cet astre paraît se lever ou se coucher, en observant par quel point de l'horizon le lieu proposé passe de la partie obscure dans la partie éclairée, ou de celle-ci dans l'autre. Le globe, ainsi tourné, fournit le moyen de représenter physiquement tous les phénomènes du mouvement annuel de la terre. Il suffit de le placer dans l'obscurité, et de l'éclairer par une forte lumière, répondant perpendiculairement au centre de l'horizon, et à une distance un peu considérable par rapport au diamètre du globe; on obtiendra les mêmes phénomènes que produit le soleil pendant la rotation de la terre, relativement aux diverses positions que prend l'axe de la terre à l'égard de cet astre.

On mesure la distance de deux lieux en plaçant l'un de ces points sur le méridien, puis en amenant au-dessus l'attache du cercle des hauteurs, et en faisant tourner cet arc de cercle autour de son attache, jusqu'à ce qu'il passe par l'autre point proposé. Le nombre de degrés et parties de degrés marqué à ce point étant réduit en mesures itinéraires, donnera la distance demandée.

Si l'on veut connaître sur quel alignement l'un de ces lieux est situé par rapport à la méridienne de l'autre, il faut d'abord placer le globe de manière que le second

point réponde au centre de l'horizon, c'est-à-dire *rectifier* le globe pour ce point. On y parvient en prenant sa latitude et en faisant mouvoir le méridien dans son *encastrement* avec l'horizon, jusqu'à ce que l'élévation du pôle le plus voisin soit égale à cette latitude. L'horizon se trouve alors, par rapport au globe, dans la position qu'occupe sur la terre l'horizon rationnel du lieu proposé. Le globe étant rectifié, on ramène sur le lieu en question l'attache du cercle des hauteurs qu'on fait passer ensuite par le premier point, puis on compte le nombre de degrés et parties de degrés compris sur l'horizon, depuis le cercle des hauteurs jusqu'au méridien, soit du côté du nord, soit du côté du midi, et on a la mesure de l'angle que fait avec le méridien l'arc de grand cercle qui joint, par le chemin le plus court, les deux points proposés.

Le problème de trouver la durée du plus long jour pour un endroit quelconque, peut encore être résolu, en substituant l'horizon rationnel de ce lieu, au cercle d'illumination que nous avons d'abord employé. Il faut, à cet effet, rectifier le globe pour le lieu en question, le placer dans le méridien, mettre l'aiguille du cadran polaire sur 12 heures, puis marquer sur le méridien le degré où tombe la déclinaison du soleil au moment proposé, et faire tourner le globe jusqu'à ce que le point qui était au méridien sous ce degré soit dans l'horizon. Le nombre d'heures que l'aiguille aura parcourues sur le cadran, sera le nombre de celles qui s'écoulent entre le passage de l'astre au méridien, et son lever ou son coucher ; on conçoit que le point pris sous le méridien, à la même distance de l'équateur que le soleil, parcourt sur le globe la route apparente de cet astre. Le même procédé ferait connaître le temps qui s'écoulerait dans un lieu quelconque entre le passage au méridien et le lever ou le coucher d'un astre dont la déclinaison est donnée ; il faut seulement marquer sur le méridien le point

qui répond à cette déclinaison. Pour déterminer la durée du crépuscule, il faut, par le moyen du cercle des hauteurs, tracer à 18° au-dessous de l'horizon, un cercle qui lui soit parallèle, et déterminer l'instant où le point pris sur le globe pour représenter le soleil, parvient à ce cercle.

Tous ces problèmes, en grande partie étrangers à la géographie, s'expliqueraient plus facilement si nos globes étaient construits d'après la nouvelle méthode proposée en partie par Georges Adams (1), mais exécutée et perfectionnée par Covens (2). Nos lecteurs pourront en juger par la *figure* 19 dont nous allons donner une courte explication. Le grand support circulaire ABC, qui dans les globes ordinaires représente l'horizon, est ici l'image de l'écliptique. Sur cette large bande on trouve deux divisions qui sont consacrées, l'une aux mouvemens du soleil, l'autre à ceux de la lune; dans le premier, on remarque une subdivision, indiquant les 365 jours de l'année commune, et une autre pour l'année bissextile. Un petit soleil artificiel se meut à volonté sur l'écliptique. La division extérieure de l'écliptique montre la longitude et la latitude de la lune pour chaque jour de son *âge*. Le grand cercle de laiton, PNM, perpendiculaire à l'écliptique, est un cercle méridien, et spécialement le *colure des solstices*. L'axe du globe terrestre est fixé dans ce cercle aux points FK, et incliné sur l'écliptique sous un angle de 66° 32′. Dans les pôles de l'écliptique aux points L et G s'élèvent deux poinçons qui portent un cercle de latitude céleste; sur ce cercle mobile sont attachées deux étoiles également mobiles, et qu'on

(1) *G. Adams*, Treatise describing the construction and use of new celestial and terrestrial globes. Londres, 1766. — (2) *C. Covens*, Handleiding, etc. (Introduction à la connaissance des nouveaux globes, etc.) Amsterdam, 1802. Comp. *Van Beck-Calkoen*, dans *Zach*, Correspondance, XIV, 270.

peut placer sous telle longitude ou latitude céleste qu'on voudra. Le demi-cercle FOI est la moitié d'un cercle de déclinaison; ED est l'équateur céleste, qui fait avec l'écliptique un angle de 23° 28′. Voilà les cercles célestes qui ne tournent pas avec le globe, et qui représentent pour ainsi dire un abrégé de la sphère armillaire; sur le globe même, on voit un demi-méridien mobile RTQ; il est divisé en degrés comptés d'un côté du pôle à l'équateur, et de l'autre dans l'ordre inverse. Un grand cercle VSW y est attaché de telle sorte qu'on peut l'y faire glisser à volonté, mais que néanmoins il conserve constamment une position perpendiculaire sur le méridien RTQ; il sert à représenter l'horizon rationnel d'un lieu quelconque. Presque sur le globe même on voit, dans le plan de l'équateur, un cercle horaire XYZ, attaché au méridien; le soleil mobile fait les fonctions de l'aiguille des globes ordinaires.

Il est facile de concevoir les avantages de cette construction. D'abord elle donne une idée bien plus claire de l'horizon, comme étant un cercle indépendant du mouvement de la terre. Pour *rectifier* le globe, ou le mettre à la hauteur du pôle d'un lieu, il suffit d'amener le lieu proposé sous le méridien RTQ, et ensuite de pousser l'horizon VSW à une distance de 90 degrés. On distingue mieux sur ce globe les cercles célestes des cercles terrestres; le mouvement annuel du soleil y est mieux représenté; enfin, les commençans puiseront dans l'étude d'un semblable globe des idées plus nettes sur les rapports de notre planète avec les astres qui l'environnent (1).

(1) Dans ces dernières années, M. *John Jump*, géographe anglais, a imaginé de nouveaux perfectionnemens pour étendre et faciliter l'usage des globes. Les globes ordinaires munis d'un horizon, d'un méridien et d'un cercle horaire avec une aiguille mobile, servent à résoudre quelques problèmes intéressans de la sphère. La plupart des globes anglais sont en outre munis d'un quart de cercle vertical, au moyen duquel on peut résoudre un bien plus grand nombre de problèmes : ce perfectionnement

Nous pourrions ici nous permettre une digression historique sur les perfectionnemens successifs de la construction des globes, depuis celui de Roger II, immortalisé par le commentaire d'Edrisi, jusqu'aux temps de *Blauw* et *Coronelli*, qui les premiers donnèrent aux globes des formes élégantes et des dimensions considérables. Nous pourrions rechercher l'origine de ces instrumens déjà connus des anciens; discuter si le roi Atlas en a été l'inventeur, et si les deux fameux chapiteaux du temple de Salomon (1) étaient une paire de globes; examiner si l'on doit à *Albert Durer* ou à *Henry Glaréan* l'art de dessiner et de graver des segmens sphériques, et de les coller sur une boule (2); prouver que les moyens de multiplier les globes par la gravure aient déjà dû être généralement connus en 1530, puisque la cosmographie de *Gemma Frisius* était accompagnée d'un semblable instrument, comme nos livres modernes le sont d'un atlas (3); enfin, on nous pardonnerait peut-être de décrire les globes terrestres les plus fameux, tels que ceux de Coronelli, construits aux dépens du car-

n'a été adapté qu'à quelques globes français. Le vertical était jusqu'à présent fixé sur le méridien, ce qui en restreignait l'usage, puisque, lorsqu'il était nécessaire de faire varier la hauteur du pôle, ce quart de cercle, entraîné dans le mouvement, ne restait plus vertical et ne servait plus à rien. M. Jump, donnant une autre disposition au quart de cercle, le fait descendre du zénith et l'établit sur l'horizon même, ce qui permet de résoudre tous les problèmes ordinaires de la sphère. Si le quart de cercle est double, le nombre de ces problèmes augmente encore. M. Bonne a fait en 1829, à la Société de géographie, un rapport très-favorable sur ce perfectionnement. J. H.

(1) *Fabricii*, Biblioth. Græca, lib. IV, cap. XIV, p. 464. *Hauber*, Histoire des cartes géographiques, 57, et supplément, 38 (en allemand).

(2) *Zach*, Correspondance, XIII (1806), 156. *Glareanus*, de geographiâ, cap. XIX. Bas. 1527. Cp. *Vaugondy*, Instit. géograph., p. 359.

(3) *Gemma Frisius*, de principiis astronomiæ et cosmographiæ deque usu globi, 1530. On lit sur le titre : *Væneunt cum globis, Lovanii*, etc.

Cet astronome, surnommé *Frisius* ou le *Frison*, parce qu'il naquit à Dokkum, en Frise, jouissait d'une grande considération comme savant, et excellait à faire des instrumens. J. H.

dinal d'Estrées, et placés d'abord à Marly, ensuite à la Bibliothèque du roi (1), celui dit *de Gottorp*, composé par Oléarius, de 1654 à 1664, et que Pierre-le-Grand fit chercher par une frégate pour en orner sa nouvelle capitale; celui de Cambridge, qui a 18 pieds de diamètre ou six pieds de plus que les deux précédens, et beaucoup d'autres dont on vante, soit le volume, soit la magnificence. Mais ces recherches historiques nous écarteraient trop de notre sujet (2). Nous remarquerons seulement que les globes en cuivre, placés à la bibliothèque de l'Institut, quoiqu'incomplets sous le rapport des découvertes modernes, laissent tous les grands globes connus très-loin en arrière par

(1) *Marc-Vincent* Coronelli, né à Venise, et entré de bonne heure chez les mineurs conventuels, dont il devint le général en 1702, acquit une grande réputation comme géographe. Les deux beaux globes de 12 pieds de diamètre qui ornent l'une des salles de la Bibliothèque royale à Paris, furent terminés par lui en 1683. Il en exécuta plusieurs autres d'une moindre dimension; il fonda dans sa ville natale une académie de géographie, et rendit d'autres services à cette science qu'il cultivait avec passion, en publiant plus de 400 cartes remarquables par leur beauté, et un grand nombre d'ouvrages qui forment une vingtaine de volumes in-folio. J. H.

(2) Nous devons ici dire un mot des globes en relief exécutés à Berlin par deux savans géographes. Vers l'année 1812, le professeur *Zenne* exécuta en relief un globe du diamètre de 15 pouces, semblable à celui de 50 pouces dont il se sert pour l'instruction des aveugles dans son institution. Le plus petit de ces globes fut destiné à l'usage des écoles primaires. Plus tard M. *Kummer*, employant une pâte de carton, construisit plusieurs globes et cartes également en relief. Les côtes s'élèvent au-dessus du niveau de la mer; les grands plateaux de l'Asie et de l'Afrique surpassent celui des autres plaines; des rigoles représentent le cours des fleuves, et de petits bassins l'emplacement des lacs. Les mers, les cours d'eau et les lacs, sont colorés en bleu; le blanc marque les glaces des deux pôles et les neiges perpétuelles qui couvrent le sommet des hautes montagnes; le brun-clair est la couleur de la terre, le brun-foncé celle des terrains marécageux; le vert les grandes forêts, le jaune les terrains sablonneux; le jaune-pâle les sables mouvans; le jaune-foncé les sablons affermis; les terrains pierreux sont gris et inégaux. Ces globes ont 16 pouces et 26 pouces de diamètre. Six sections sphériques de ces globes représentent les grands continens. Les cartes en relief sont surtout remar-

la beauté de l'exécution (1). Napoléon en fit construire un qui fait beaucoup d'honneur à MM. Poirson et Mentelle (2).

Parmi les globes qui entrent dans le commerce, on distingue ceux de *Cary*, de *Jones*, d'*Adams* à Londres, d'*Ackermann* à Upsal, de *Weiland* à Weimar, de *Sotzmann* à Nuremberg, de *Bode* à Berlin, etc. Autrefois on citait en France ceux de *Robert de Vaugondy;* aujourd'hui ce sont ceux de *Lapie* et de *Poirson* à Paris.

Outre les sphères armillaires et les globes artificiels, il y a encore d'autres instrumens dont on peut recommander l'usage à la jeunesse. L'un est le *planisphère* de *Fortin*, qui représente le vrai système planétaire, d'une manière nouvelle et plus parfaite; on peut même y apercevoir l'ellipticité de l'orbite de la terre. L'autre est la *machine géocyclique* de M. *Loysel;* cette machine est propre à démontrer le mouvement de notre planète. *Mentelle* en explique l'usage dans son excellente *Cosmographie élémentaire.* On connaît aussi

quables par l'exactitude avec laquelle elles sont exécutées. La Bibliothèque du roi en possède quatre; savoir : l'Europe, avec sa courbure sphérique, de 11 pouces de diamètre; la carte d'Allemagne, de 26 pouces sur 10; celle du Mont-Blanc, de 20 pouces 6 lig. sur 16 pouces 8 lig., et celle du Harz, avec les indications métallurgiques. J. H.

(1) Ils ont été construits par L'Hoste, en 1618.

(2) Le globe que *J.-B. Poirson* a fait pour l'éducation du fils de Napoléon a 1 mètre 7 centimètres (3 pieds 3 pouces de diamètre); mais celui qu'il termina en 1814, après onze années d'un travail pénible, a 1 mètre 65 centimètres (5 pieds) de diamètre. Il orne la galerie d'Apollon, au Louvre. Ces deux ouvrages manuscrits, dessinés non sur des bandes de papier, mais sur les globes mêmes, surpassent par leur précision, et l'exactitude qui les distingue, tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour dans le même genre. Il construisit encore pour l'étude de la géographie et de l'astronomie, un globe terrestre et un globe céleste de 33 centimètres et demi (1 pied 4 lignes) de diamètre, montés avec des cercles en cuivre. Ils ont, par le mérite de leur exécution, obtenu les suffrages du jury à la dernière exposition des produits de l'industrie française (en 1827), et valu une médaille à leur auteur. Au sein d'une paisible retraite, J.-B. Poirson se reposait de ses longs et fatigans travaux, lorsqu'il fut enlevé à sa famille et à ses amis le 15 février 1831. J. H.

les machines de MM. Adhémar, Rouy et Wally. Les beaux *géocycliques* et les *planétaires* inventés par M. Jambon, présentent avec la plus grande précision le mouvement des planètes et de leurs satellites (1). On doit exciter parmi

(1) Nous devons cependant donner une idée de l'utilité de quelques unes de ces machines. Dans le Planétaire *géocyclique* de Fortin, de même que dans celui de Loysel, la terre n'exécute point son mouvement de rotation sur elle-même en même temps qu'elle tourne autour du soleil : ce mouvement se fait simplement à la main. Le grand défaut de ces machines c'est qu'elles représentent la terre tournant autour du soleil en conservant le parallélisme de son axe, mais paraissant tourner sur elle-même en sens contraire de son mouvement de translation, tandis que ces deux mouvemens de translation et de rotation se font réellement dans le même sens. Dans le Planétaire de M. Jambon, ces inconvéniens, qui peuvent induire l'élève en erreur, ont été évités; par un mécanisme simple et ingénieux, les phénomènes célestes les plus difficiles y sont représentés avec autant de clarté que de fidélité : tels sont les mouvemens de la lune en latitude, et la rétrogradation des nœuds de l'orbite lunaire, ses conjonctions, ses oppositions; et conséquemment cette machine démontre les moyens de reconnaître et même de prédire les éclipses de soleil et de lune. Le globe qui représente la terre est d'une grandeur suffisante pour pouvoir y reconnaître les principales divisions de sa surface; les planètes y exécutent leur rotation autour du soleil avec une exactitude remarquable; c'est-à-dire en conservant les rapports de position et de révolution qui leur sont assignés dans la nature. On sait, par exemple, que Jupiter emploie près de 12 ans à faire le tour du ciel, pendant que la terre ne met qu'une année. Dans la machine inventée par M. Jambon, notre planète marche douze fois plus vite que Jupiter. Ainsi, tandis que ce Planétaire la représente faisant sa révolution annuelle en 2 minutes, Jupiter en met près de 24 à faire la sienne. Saturne, dont la révolution est de 30 ans, emploie dans cette machine une heure environ; Herschel qui, dans la nature, accomplit la sienne en 84 ans, la termine en 3 heures dans cette machine. Tous ces effets ont lieu au moyen de roues dentées qui s'engrènent les unes dans les autres. Le soleil est représenté par une petite lampe dont un rayon lumineux, qui s'échappe à travers un trou, explique les effets que produit cet astre sur la terre et sur la lune. On voit par là que le Planétaire de M. Jambon est jusqu'à présent le mieux imaginé pour faire bien comprendre les mouvemens et les phénomènes célestes.

La machine uranographique de M. Adhémar ne représente que la révolution diurne et annuelle de la terre et de la lune dans une orbite inclinée, dont les nœuds lunaires rétrogradent; mais elle est remarquable par la précision de ses mouvemens.

Dans celle de M. Tombini, la terre ne fait qu'un petit nombre de

la jeunesse le goût des études par ces sortes de jeux scientifiques; il est de notre devoir d'en signaler l'usage et l'utilité; mais nous en demander une description détaillée, ce serait mal apprécier le but de notre ouvrage (1).

révolutions diurnes; au lieu de 365 $\frac{1}{4}$ la lune tourne autour de la terre sur un plan parallèle à celui de l'écliptique, de manière qu'il y a toujours éclipse, tandis que dans la nature ce phénomène est rare.

On voit dans l'une des salles de la Bibliothèque royale la machine qu'exécuta M. Rouy en 1816, c'est-à-dire quatre ans après M. Jambon; mais elle est beaucoup moins exacte et moins complète que celle de ce dernier, quoique les soins que son auteur ait mis à la faire connaître lui aient acquis plus de célébrité.

Le reproche que l'on peut adresser à la machine planétaire de M. Wally, c'est d'être en quelque sorte trop complète. Elle sert à expliquer la marche des corps célestes d'après le système de Ptolémée et celui de Copernic. Mais, pour atteindre ce double résultat, il faut un grand nombre de rouages différens, et démonter et remonter certaines pièces, ce qui en rend l'usage incommode. Elle est d'ailleurs d'un prix vingt fois plus élevé que celui de la machine la plus complète de M. Jambon, puisqu'elle coûte 9 à 10,000 francs.

Nous ne parlerons pas de la sphère mouvante de M. Passement, ni de celle de M. Janvier; ce sont des machines ingénieuses et de la plus parfaite exécution; mais, comme elles servent d'ornemens à de belles pendules, comme elles sont d'un prix trop élevé pour pouvoir servir à l'instruction, elles ne peuvent être comparées aux Planétaires dont nous venons de donner la description succincte. J. H.

(1) Nous devons mentionner aussi une construction aussi ingénieuse qu'utile, dont le gouvernement aurait peut-être dû faire l'acquisition; nous voulons parler du *Géorama* de M. *Delanglard*, établissement qui s'est formé à Paris en 1825. C'est un globe de 120 pieds de circonférence, au centre duquel se place le spectateur introduit dans son intérieur par deux escaliers circulaires qui s'élèvent du pôle antarctique vers le pôle arctique autour de l'axe terrestre. La machine, étant formée d'une matière transparente, laisse pénétrer le jour dans son intérieur, en sorte que le spectateur distingue facilement les différentes régions de la terre. Toutes les parties de ce globe se réunissent et se joignent dans les lignes des méridiens et des parallèles. Bien que son diamètre, comparé à celui de la terre, ne soit avec celle-ci que dans la proportion de 1 à 1,000,000, la magie de l'éclairage et de la peinture donne en apparence aux objets des dimensions beaucoup plus considérables.

J. H.

LIVRE VINGT-HUITIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Cartes géographiques. — De la Projection stéréographique, de l'orthographique et de la centrale.

Les grands globes sont des instrumens dispendieux et incommodes; les petits ne présentent pas des détails suffisans. Il a donc fallu avoir recours à des tableaux qui, sur une surface plane, donnent une représentation du globe et de ses parties. Ces représentations embrassent ou la terre entière, ou une partie du monde, ou une seule contrée : dans le premier cas, on les appelle *mappemondes*, et, lorsqu'elles ont la forme circulaire, *planisphères;* celles de la seconde classe sont nommées *cartes générales;* les autres sont des *cartes spéciales*. Parmi les cartes spéciales il y en a qui représentent en grand une province avec tous ses endroits remarquables; ce sont des *cartes chorographiques;* si le dessinateur est entré dans tous les détails de la nature du terrain, ou s'il a même retracé les habitations isolées et la division des champs, ce sont des *cartes topographiques;* on sent que ces sortes de cartes doivent nécessairement embrasser un petit canton, et que, par une pente insensible, elles se rapprochent des *plans géométriques*. L'usage confond quelquefois ces dénominations. On distingue encore des cartes géographiques, proprement dites, celles qui sont appropriées à un usage particulier; telles sont les *cartes hydrographiques*, destinées aux marins, les cartes minéralogiques, géologiques et autres (1).

(1) *Mayer*, Introduction complète à l'Art de tracer les cartes géographiques, hydrographiques et célestes, etc. Erlang, 1794 (en allemand). *Puissant*, Traité de topographie, liv. II, p. 92-152. Comp. *Robert de Vaugondy*, Institutions géographiques, part. II, etc.

La figure de la terre s'oppose à ce qu'on puisse en donner un tableau général dans lequel les distances des lieux et l'étendue relative des régions soient conservées dans leurs rapports mutuels. Il y a des surfaces qui peuvent s'étendre sur un plan sans déchirure ni duplicature, et se nomment par cette raison *surfaces développables* : telles sont celles des cônes et des cylindres; les autres, comme celles de la sphère et des sphéroïdes, se refusent absolument à cette extension. La terre étant un sphéroïde, sa surface ne saurait coïncider rigoureusement avec un plan; et de là résulte l'impossibilité de marquer sur une carte, en même temps et dans leurs rapports naturels, l'étendue des pays, les distances des lieux et la similitude des configurations. Les géographes sont obligés d'avoir recours à des constructions diverses pour représenter, au moins d'une manière approximative, chacun de ces rapports en particulier.

On a donné à ces constructions le nom de *projections*, nom qu'on applique en général aux dessins dont l'objet est d'indiquer sur un plan les dimensions de l'espace et des corps qu'il renferme. Il y en a de deux sortes : les unes sont de véritables *perspectives* du globe ou des parties de sa surface, prises de divers *points de vue*, et sur divers plans de *tableau;* les autres ne sont que des espèces de développemens, assujettis à des lois approximatives et appropriés aux rapports qu'on veut conserver de préférence. C'est des projections en perspective que nous allons nous occuper dans ce Livre. Exposons d'abord la théorie générale de la projection, aussi bien que cela peut se faire sans le secours de la haute géométrie (1).

(1) Voyez *Euler*, Acta acad. Petropolit. I, p. 1. *Lagrange*, Mémoires de l'académie de Berlin, année 1779. *Mollweide*, Analyse de la projection stéréographique, dans *Zach*, Correspondance, XIV, 437 *sqq.*, 528 *sqq.*

La projection, en termes de perspective, signifie la représentation d'un objet sur le plan perspectif ou le plan du tableau. Car, dans tout tableau, on suppose entre l'objet à représenter et le point de vue, un plan qui intercepte tous les rayons de lumière dirigés de chacun des objets visibles au point de vue. Alors on conçoit une multitude de points d'intersection de ces rayons avec le plan du tableau. L'ensemble de ces points est l'image de tout ce qui se trouve sous la vue du spectateur. Chaque point d'intersection est la perspective du point d'où émane le rayon de lumière qui, en traversant le plan perspectif, vient aboutir au point de vue. Pour que la perspective d'une figure, comme d'un carré, d'un cercle, soit une figure semblable, il faut deux choses : premièrement que le point de vue soit dans l'axe de la figure; secondement, que le plan du tableau soit perpendiculaire à cet axe. Si la figure superficielle à représenter se trouve dans une autre plus perpendiculaire à celui du tableau, elle ne pourra être représentée que par une ligne droite. On ne peut voir un solide entièrement d'un seul point de vue, il en faut au moins deux. Pour qu'une sphère soit partagée en deux surfaces égales par la perspective simple, il faut que le point de vue soit à une distance infinie. La ligne droite tirée du centre du globe au point de vue, est l'axe du grand cercle qui sépare l'hémisphère visible de celui qui ne l'est pas. On l'appelle *axe optique.*

La projection de la sphère se divise ordinairement en *orthographique* et *stéréographique.*

La projection orthographique est celle où la surface de la sphère est représentée par un plan qui la coupe par le milieu, l'œil étant placé verticalement à une distance infinie des deux hémisphères. Voici les principales lois de cette projection (1) :

(1) *D'Alembert*, Encyclopédie méthodique, au mot *Projection.*

1° Les rayons par lesquels l'œil voit à une distance infinie, sont parallèles. 2° Une droite perpendiculaire au plan de projection, se projette par un seul point, qui est celui où cette ligne coupe le plan de projection. 3° Une droite qui n'est point perpendiculaire au plan de projection, mais qui lui est parallèle ou oblique, se projette par une ligne droite, terminée par des perpendiculaires, menées sur le plan de ses extrémités. 4° La projection de la ligne est la plus grande possible, quand elle est parallèle au plan de projection. 5° De là il s'ensuit évidemment qu'une ligne parallèle au plan de projection, se projette par une ligne qui lui est égale; mais que si elle est oblique au plan de projection, elle se projette par une ligne moindre qu'elle. 6° Une surface plane, si elle est perpendiculaire au plan de projection, se projette par une simple ligne droite; et cette ligne droite est la ligne même où elle coupe le plan de projection. 7° De là il est évident que le cercle dont le plan est perpendiculaire sur le plan de projection, et qui a son centre sur ce plan, doit se projeter par le diamètre, qui est sa commune section avec le plan de projection. 8° Il est encore évident qu'un arc de cercle, dont l'extrémité répondrait perpendiculairement au centre du plan de projection, doit se projeter par une ligne droite, égale au sinus de cet arc, et que son complément se projette par une ligne qui n'est autre chose que le sinus verse de cet arc. 9° Un cercle parallèle au plan de projection se projette par un cercle qui lui est égal; et un cercle oblique au plan de projection, se projette en ellipse.

La projection stéréographique est celle où la surface de la sphère est représentée sur le plan d'un de ses grands cercles, l'œil étant supposé au pôle de ce cercle. Dans la projection stéréographique, le globe est considéré comme un solide transparent. L'hémisphère représenté est celui qui est opposé à l'hémisphère dans lequel l'œil est sup-

posé se trouver. Voici les principales lois de la projection stéréographique.

1° Tout grand cercle passant par le centre de l'œil, se projette en ligne droite. 2° Un cercle placé perpendiculairement vis-à-vis de l'œil, se projette par un cercle semblable. 3° Un cercle placé obliquement par rapport à l'œil, se projette par un autre cercle, dont le rayon s'accroît en raison de l'obliquité. 4° Si un grand cercle se projette sur le plan d'un autre grand cercle, son centre se trouvera sur la ligne des mesures, c'est-à-dire sur la projection du grand cercle qui passe par l'œil, et qui est perpendiculaire au cercle à projeter et au plan de projection. Le centre du cercle projeté sera distant du centre du cercle primitif ou de projection, de la quantité de la tangente de son élévation au-dessus du plan primitif ou de projection. 5° Un petit cercle se projettera par un autre cercle dont le diamètre (si le cercle à projeter entoure le pôle du cercle primitif) sera égal à la somme des demi-tangentes de la plus grande et de la plus petite distance au pôle du cercle primitif; ces tangentes étant prises chacune dans la ligne des mesures du même côté du centre du cercle primitif. 6° Dans la projection stéréographique, les angles que font les cercles sur la surface de la sphère sont égaux aux angles que les lignes de leurs projections respectives font entre elles sur le plan de projection (1).

En partant de ces principes, on a trouvé les procédés qui servent pour tracer des mappemondes suivant l'une ou l'autre de ces projections (2).

On distingue trois sortes de projections stéréographiques, qui sont d'un usage commun: 1° celle sur le plan de l'équateur, qu'on nomme *polaire*, parce que l'œil est supposé à l'un des pôles; 2° celle sur le plan d'un méridien, ordinairement celui de l'île de Fer qui coupe le globe en deux

(1) *D'Alembert*, loc. cit. — (2) *Puissant*, Topographie, 117 *sqq*.

hémisphères, l'un contenant l'Amérique, et l'autre l'Europe, l'Asie et l'Afrique; 3° celle sur le plan de l'horizon d'un lieu quelconque.

Expliquons d'abord le tracé de la projection polaire. En supposant l'œil à l'un des pôles, le tableau sera le plan même de l'équateur; les méridiens seront projetés par des droites, et les cercles parallèles à l'équateur, le seront par des cercles concentriques.

Voici comment on trace les méridiens. Soit *fig.* 19 AP, le rayon, représentant celui de la sphère terrestre, et ABCD un des grands cercles de cette sphère. Le centre P étant pris pour la projection de l'axe optique ou du point de vue, placé au pôle, la circonférence ABCD sera la projection de l'équateur. Or, comme les plans des méridiens se coupent tous suivant l'axe de la terre, qui est perpendiculaire à ABCD, la projection du premier méridien pourra être représentée par un diamètre quelconque; par exemple, soit AB. Maintenant si on divise la demi-circonférence ACB en vingt parties égales, et si par tous les points de division l'on mène des diamètres, tels que [1] [30], [2] [40], et ainsi de suite, ils seront les projections des méridiens correspondans aux longitudes A [1], A [2]; la différence de longitude de deux méridiens, tracés de cette manière, sera de 10 degrés, nouvelle mesure, ou 9 anciens, puisque l'arc AC, qui est le quadrant, et égal à 100 degrés nouveaux ou 90 anciens, se trouve divisé en dix parties égales.

Pour obtenir la projection des parallèles à l'équateur, espacés de 10 en 10 degrés, on élèvera le diamètre CD perpendiculaire à AB, et l'on tirera les droites D [1], D [2], D [3] et les suivantes qui couperont le diamètre AB aux points d', d'', d''', et ainsi de suite. Puis en faisant tourner autour du point P comme le centre commun, les rayons Pd', Pd'', on décrira des cercles qui seront les pro-

jections cherchées. Dans cette méthode, D est pris pour point de vue, et les points d', d'', d''', sont les projections stéréographiques des points correspondans [1] [2] [3], appartenant aux parallèles des 10e, 20e, 30e degrés; car si nous concevons que le cercle ABCD tourne autour du diamètre AB jusqu'à ce qu'il fasse un angle droit avec le plan de la figure, le rayon PD sera perpendiculaire à ce plan, le point C sera le pôle opposé au point de vue D, et les arcs A [1], A [2], etc., seront les latitudes respectives des parallèles à l'équateur; par conséquent les traces A, d', d'', etc., des rayons visuels DA, D [1], D [2], représenteront, sur le plan perspectif, les points A [1] et [2].

Passons à la projection stéréographique sur un méridien. Dans cette méthode, le point de vue, toujours placé au centre de l'hémisphère opposé à celui qu'on veut représenter, est sur la circonférence de l'équateur, et la projection de ce grand cercle est une ligne droite perpendiculaire à l'axe des pôles de la terre.

Les méridiens se projettent de la manière que nous allons indiquer, en nous servant de la *fig.* 21. Soit AB la projection de l'équateur, PP′ l'axe de la terre et C le centre de la carte ou la projection du point de vue sur le tableau ou sur le plan du méridien APBP′, méridien que nous considérerons ici comme le premier. Tous les méridiens ayant PP′ pour commune section, et leurs projections étant des cercles dont les circonférences passent nécessairement par P et P′, il s'ensuit que leurs centres sont sur la droite AB. Divisons, comme précédemment, l'arc AP en dix parties égales, tirons le diamètre [1] [21], et par ses extrémités, menons les droites P′ [1], P′ [21], qui couperont respectivement AB, que nous prolongerons, s'il est nécessaire, aux points m' et n'; ces points seront les projections ou les perspectives des extrémités du diamètre du méridien de la carte, passant par le point dont la longitude,

à l'égard du premier méridien AP′, est de 10 degrés, nouvelle mesure. Si donc du milieu de $m'n'$, comme centre, avec un rayon $= \frac{m'n'}{2}$, on décrit l'arc Pm'P′, on aura la projection du méridien cherché. En répétant la même construction pour les points de division [2] [3] et les suivans, on obtiendra les projections des autres méridiens; et par une conséquence naturelle de la symétrie de la figure, ce qu'on aura construit dans le demi-cercle PAP′, servira pour l'autre demi-cercle PBP′. Quant au méridien dont le plan est perpendiculaire au tableau APB, il y sera représenté par une droite qui coïncide avec l'axe PP′.

La longueur des rayons, pour décrire les méridiens, pouvant devenir trop grande pour tracer ces cercles au moyen du compas, on se sert d'un instrument fort simple, composé de deux règles mobiles AC et CB, *fig.* 22, unies en C par une charnière qui leur permet de former un angle quelconque. On place un crayon au centre du mouvement de ces deux règles, on fait coïncider le point C avec le point m'; on fixe aux points PP′ deux petites pointes de métal contre lesquelles on applique les bords des règles, le point C restant toujours sur m'; puis, sans faire varier l'angle ACB, on fait mouvoir l'instrument de manière que les règles s'appuient sans cesse contre les points PP′. Alors le crayon C décrit l'arc de cercle Pm'P′. La raison de ce procédé est donnée par la géométrie élémentaire.

Indiquons maintenant la projection des parallèles. Ces courbes circulaires doivent passer par les points de division correspondans [1] [19], [2] [18], [3] [17], etc., et leurs centres sont nécessairement situés sur le prolongement de l'axe PP′. On déterminera, par exemple, le centre de la projection du parallèle [9] [11] de la manière suivante. On mènera les droites B [9], B [11]; la première coupera PP′ au point r', la seconde au point r, et la distance rr' sera le

diamètre du parallèle, qui est d'ailleurs déterminé par les trois points connus [9], r, [11]; on n'a qu'à décrire un arc dont le centre sera au milieu de rr', et le rayon égal à l'arc (9) P; ce sera sur la carte le parallèle de 90 degrés, nouvelle mesure.

La *projection stéréographique horizontale* va nous occuper; c'est la plus intéressante application de cette méthode. L'horizon rationnel d'un lieu quelconque va nous servir de plan de projection; le point de vue est le pôle abaissé de cet horizon; le méridien qui passe par ce lieu est représenté par une ligne droite, et se nomme ordinairement *méridien principal*. Soit maintenant ABDE, *fig.* 23, l'horizon d'un lieu; son centre C sera la projection du point de vue ou du pôle de l'horizon. Soit encore AB le diamètre qui représente le méridien principal. Si l'angle PCA est égal à la hauteur du pôle, et que DE soit perpendiculaire à AB, la droite PE coupera AB en un point p, qui sera la projection du pôle élevé du globe. Si de même la ligne EP′ est prolongée jusqu'à ce qu'elle coupe la prolongation de AB en p', ce point sera la projection du pôle abaissé du globe. Les projections des méridiens qui passeront toutes par les points pp', auront en même temps leur centre sur la droite SS′, perpendiculaire sur F ou sur le milieu pp'. On appelle SS′ la *ligne des centres des méridiens*. Il est à remarquer que la ligne CF est égale à celle AT, qui est la tangente de la hauteur du pôle. Pour achever de déterminer les projections des méridiens, il suffit d'en trouver un troisième point. Voici une méthode pour trouver cet élément (1).

Le méridien dont le plan est perpendiculaire au méridien principal AB, coupe l'horizon suivant la droite DE perpendiculaire à AB; donc si du point F comme centre et avec un rayon TC on décrit l'arc DpE, cet arc sera la pro-

(1) *Puissant*, Traité de topographie, p. 123.

jection du méridien passant par la longitude de 100 degrés, nouvelle mesure, ou 90 degrés anciens, à compter depuis le méridien principal AB. La projection de l'équateur ne présente pas plus de difficultés, car si on élève le diamètre QQ′ perpendiculairement à PP′, ce diamètre sera celui de l'équateur, et sa projection sur la carte sera qq'. Par conséquent, si du milieu de la ligne qq', comme centre et avec un rayon $= \frac{qq'}{2}$ ou égal à la cosécante de la latitude du centre de la carte, on décrit l'arc DqE, ce sera la projection de la moitié de l'équateur. Maintenant nous devons nous rappeler le principe d'après lequel les projections stéréographiques de deux grands cercles de la sphère font entre elles les mêmes angles que les plans véritables de ces cercles. De là dérive la construction géométrique que voici : Du point p comme centre et d'un rayon arbitraire, d'un rayon égal, par exemple, à pF, on décrira une circonférence que l'on divisera en quarante parties égales, à partir de AB si l'on ne veut tracer comme précédemment que quarante méridiens, et par tous les points de division l'on mènera des rayons dont les prolongemens rencontreront la ligne SS′ ou la ligne des centres en différens points x', x'', etc. Ces points seront les centres des projections des méridiens. L'emploi pratique de ce procédé étant souvent trop embarrassant à cause de la grandeur croissante du rayon, on peut déterminer, par le moyen que nous allons indiquer, les points où les méridiens rencontrent les plans de projection.

D'un point quelconque pris sur la ligne AB ou son prolongement, du point F, par exemple, on abaisse perpendiculairement Fk sur la ligne PP′, faisant, comme on sait déjà, un angle égal à la hauteur du pôle, et l'on porte la longueur Fk de F en k'; puis de ce dernier point comme centre et avec un rayon $=$ Fk' ou avec tout autre rayon pris à volonté, mais un peu grand, on décrit une circon-

férence que l'on divise de même en quarante parties égales. Ensuite on mène des sécantes $k'n'$, $k'n''$, $k'n'''$, par tous ces points de division; les extrémités n', n'', n''' de ces sécantes terminées à la droite SS′ se trouvent sur les traces mêmes des plans des méridiens; tirant donc des lignes droites qui passent par le centre de la carte, telles que $n'C\mu'$, $n''C\mu''$, $n'''C\mu'''$, les diamètres $n'\mu'$, etc., seront les traces cherchées des méridiens, et comme d'ailleurs ils doivent tous passer par le pôle p, on aura trois points de chaque méridien, par exemple, μ''', p, m'''; on décrira donc facilement les méridiens d'après un des procédés qu'on a indiqués précédemment.

Dans la pratique, comme on n'a pas ordinairement assez d'espace autour de la carte pour effectuer cette construction, fondée sur les principes de la géométrie descriptive, on peut porter Fk de F en k''; ce point sera alors ce qu'on nomme le *centre diviseur;* du reste, les procédés sont les mêmes.

Examinons maintenant comment on décrit les parallèles à l'équateur. Leurs plans étant perpendiculaires au méridien principal AB, nous obtiendrons les diamètres de leurs projections comme nous avons obtenu ceux de l'équateur, c'est-à-dire qu'après avoir divisé la circonférence ABDE en quarante parties égales, à partir du point P, on mènera, de deux en deux, les droites [1] E, [1′] E, et l'intervalle $\nu\nu'$, intercepté entre ces droites et pris sur le méridien AB, sera le diamètre d'un parallèle. Dans le présent, le parallèle $\nu\nu'$ appartient évidemment au 80e degré de latitude, puisque l'arc AP mesure la hauteur du pôle. Mais pour les parallèles qui sont très-éloignés du pôle supérieur p, la construction que nous venons d'indiquer ne peut plus être mise en pratique, parce que le point ν se trouverait alors trop loin du centre de la carte. Pour obvier à cet inconvénient, on pourra tracer les intersections des plans des pa-

rallèles avec le plan de projection ADBE, intersections qui sont nécessairement parallèles au diamètre DE, et distantes de lui d'une somme $x = \frac{\text{sin. lat. du parallèle}}{\text{cosin. hauteur du pôle}}$. Lorsque la latitude est australe, le pôle p étant le pôle boréal, la valeur de x devient négative; ainsi, au lieu de la porter du côté de AC, on la porte du côté de CB. Il suit de là que si à une distance x de la droite DE (*fig.* 24), on lui mène la ligne parallèle de, les points d et e, communs à cette parallèle et à la circonférence ADBE, appartiendront au parallèle cherché; mais ce parallèle passe en même temps par un point tel que v déterminé par la méthode précédente; donc on a les trois points nécessaires pour tracer une circonférence.

Il y a d'autres méthodes d'exposer les trois projections stéréographiques (1), mais nous aimons mieux indiquer en peu de mots les avantages et les défauts de cette sorte de projection. Il suffit de jeter les yeux sur une carte de ce genre pour reconnaître que les quadrilatères compris entre deux méridiens et deux parallèles consécutifs, augmentent d'étendue en allant du centre à la circonférence. Cet agrandissement résulte de l'obliquité que prennent les rayons visuels, en s'écartant de celui qui est perpendiculaire au tableau, et qu'on nomme l'*axe optique*. Il suit de là que les régions placées vers les bords de l'hémisphère ont une étendue bien plus considérable que si elles se trouvaient au centre, et que l'on est induit en erreur lorsqu'on veut les comparer à celles qui occupent cette partie. Par exemple, la pointe de l'Afrique australe paraît beaucoup plus large que sur un globe, et dans la Nouvelle-Zemble les distances sud et nord sont rendues par des espaces bien plus grands que les mêmes distances le sont dans l'Inde. Cet inconvénient qui est nul pour les géographes exercés, peut conduire les élèves à de fausses idées; mais il diminuerait si,

(1) *Robert de Vaugondy*, Instit. géog. l. c.

dans l'instruction, l'on eût eu soin de bien expliquer les qualités des projections stéréographiques, et de mettre sous les yeux des commençans les trois sortes de planisphères, polaire, équatorial et horizontal; les défauts de l'un disparaissant toujours dans l'autre.

La projection stéréographique n'admet pas, en général, l'emploi d'une échelle rectiligne pour comparer les distances respectives des lieux, distances qui se mesurent suivant l'arc de grand cercle qui joint ces lieux deux à deux; mais on peut toujours, par le moyen de la graduation même, mesurer la distance entre le centre de la carte et un point quelconque, et on peut par conséquent connaître, sur la projection horizontale relative à Paris, par exemple, la distance de cette ville à tous les autres points du globe. Cette propriété résulte de ce que tous les grands cercles qui passent par le centre de la carte, se coupant suivant l'axe optique, ont pour perspective des lignes droites menées par ce centre, et admettent une graduation semblable à celle qu'on marque sur l'équateur des mappemondes construites sur le plan du méridien.

Si l'on veut mesurer la distance de deux points d'une carte stéréographique, on peut (*fig.* 25) faire usage de la construction suivante (1). Soit Z le zénith d'un lieu, C le centre de l'horizon ou la projection de Z et ZMB, ZMB′ les verticaux respectifs des deux points MM′ donnés sur le globe par leurs longitudes et latitudes. Ces points auront évidemment pour perspectives ou traces *mm′*, en supposant l'œil en E. Or, si on prolonge les droites MM′, *mm′*, elles se rencontreront en un point quelconque R, et la droite COR marquera sur le plan de projection CBB′ la trace du plan MCM′ du grand cercle à projeter. Donc les quatre points *m*, *m′*, O, O′ se trouvent sur la projection du grand cercle qui passe par MM′; ainsi cette projection, qui est

(1) *Puissant*, Traité de topographie, p. 127.

elle-même un cercle, sera entièrement déterminée. Cela posé, nous tracerons sur la carte la plus courte distance de la manière suivante. Nous porterons Cm (*fig.* 26) de C en μ et Cm' de C en μ'; nous tracerons les droites Eμn, E$\mu' n'$, ensuite par nm' nous construirons le triangle m'E$'m$ de manière que mE$'$ soit égal à μE, et que m'E$'$ le soit à μ'E; puis sur les prolongemens de E$'\mu'$ et de Em nous porterons μn de m en n'' et $\mu' n'$ de m' en n'''; enfin, nous chercherons la commune section R des deux droites $m'm$ et n''' n'', et nous mènerons la droite ROC qui sera la trace cherchée. Nous pouvons maintenant tracer l'arc de cercle O$'m'\upsilon m$O, dont la portion $m'\upsilon m$ est la plus courte distance. On évaluera le nombre des degrés contenus dans la plus courte distance en considérant la droite n''' n'', qui est égale à MM$'$ (*fig.* 25 *et* 26), comme corde de la circonférence ADB.

La projection stéréographique n'a point été connue des anciens. La première mappemonde de ce genre se trouve dans un ouvrage du commencement du XVIe siècle, de ce même *Werner* de Nuremberg, qui a donné la première indication de la méthode des distances lunaires (1). Il en devait l'idée à son maître, l'astronome *Stabius* (2). Cent cinquante ans plus tard, l'usage de cette projection paraît avoir été général. *Varenius* en marque les trois modifications. *Hasius*, géographe allemand, de la première moitié du XVIIIe siècle, appliqua les projections stéréographiques à des cartes spéciales. Cette méthode laborieuse, mais favorable à l'exactitude des détails de position, est peu suivie en France où l'on réserve la projection stéréographique pour les mappemondes.

Passons à l'explication des *projections orthographiques*,

(1) *J. Werner*, de quatuor orbis terrarum figurationibus, ad calcem : *Ptolemei Geograph.*, *lib. I*, *vers. ab eodem*. — (2) Comp. *Weidler*, Histor. astron., cap. XIV, n°s 3 et 4.

qu'on pourrait aussi appeler *planétaires*, puisque leur essence est de montrer l'image directe d'une moitié d'un globe, l'œil étant supposé à une distance infinie, c'est-à-dire assez grande pour que tous les rayons visuels soient censés parallèles. Comme ces rayons sont perpendiculaires au plan de projection, tandis que les parties latérales de la sphère se présentent de plus en plus obliquement à ce même plan, il est facile de sentir, même sans démonstration, que cette projection, offrant le défaut contraire de la stéréographique, fait diminuer les espaces du centre à la circonférence. Cette diminution, infiniment plus forte que celle qu'on remarque dans la projection précédente, donne même aux extrémités d'un planisphère orthographiquement projeté, un aspect trop défiguré pour pouvoir, en général, remplir aucun des buts que se propose la géographie. C'est une raison suffisante pour n'indiquer ici que très-brièvement ce qui regarde les constructions orthographiques.

La *figure* 27 indique la projection polaire. Les lignes AB et CD sont deux méridiens qui se coupent à angles droits en E, qui est la projection du pôle et le centre de la carte. La circonférence ABCD est l'équateur sur le plan duquel on projette la carte. On divise cette circonférence en parties égales de 10 degrés en 10, ou de 5 en 5; les diamètres qui passent par les points $a'a''$, $b'b''$, etc., et par le centre E, seront les méridiens. Abaissez des points $a'b'$, etc., des perpendiculaires sur le diamètre CD, elles détermineront les rayons E1, E2, etc, avec lesquels vous décrirez les cercles parallèles à l'équateur.

Dans la projection sur un méridien, on procède de la manière suivante. Tirez les lignes AB et CD (*fig.* 28), se coupant à angles droits; l'un sera le méridien du milieu, l'autre l'équateur. Leur intersection E est le centre du plan de projection, circonscrit par le méridien ABCD. Il faut

diviser cette circonférence en parties égales, puis unir les points de division, les diamètres $a'a''$, $b'b''$, etc., qui seront les communes sections des méridiens avec le plan de l'équateur. Les angles a'ED, etc., désigneront l'inclinaison de ces méridiens sur le plan de projection. Abaissez maintenant des points $a'b'$, etc., sur le rayon ED, les perpendiculaires a'1, b'2, etc., qui seront les sinus des angles d'inclinaison de ces méridiens mesurés sur l'équateur; les parties E1, E2, etc., seront les sinus verses de ces inclinaisons, et par conséquent les petits axes des ellipses qui doivent représenter les méridiens. La ligne AB, projection de l'axe du globe, est le grand axe de ces ellipses. Les parallèles à l'équateur se tracent très-simplement; on n'a qu'à joindre par une ligne droite les points de division du cercle ABCD, équidistans du diamètre CD, et se trouvant du même côté. Ce diamètre étant la projection de l'équateur, les cordes a' (1) b' (2) et autres qui lui sont parallèles, seront les projections des cercles parallèles.

L'inspection de la figure montre les inconvéniens géographiques de cette projection, savoir l'extrême rétrécissement des parties latérales et l'obliquité toujours croissante de l'angle sous lequel les parallèles coupent les méridiens. Cependant il est en même temps évident qu'un semblable planisphère offre au sens une image plus frappante d'un corps sphérique que ne le fait un planisphère stéréographique; ainsi, les commençans qui ne peuvent pas toujours étudier sur un globe, parviendraient peut-être, en se servant, de temps à autre, d'une mappemonde projetée orthographiquement, à s'inculquer plus profondément l'idée de la sphéricité de la terre (1). Cet avantage se fait encore plus sentir dans la projection orthographique horizontale dont nous allons parler.

Les méridiens, dans cette projection, sont des ellipses

(1) *Mollweide*, dans *Zach*, Correspondance, XII, 161.

dont les grands axes coïncident avec les traces mêmes des plans de ces méridiens. On détermine ces traces par les mêmes méthodes que celles que nous avons indiquées pour la projection horizontale stéréographique. Il ne reste donc qu'à montrer comment on obtient les petits axes. Soit (*fig.* 29) l'angle DCP égal à la hauteur du pôle; soient en outre $m''\mu''$ la trace d'un méridien et DE la projection du méridien principal. Pour avoir la projection orthographique du pôle P élevé, on abaissera sur CD la perpendiculaire Pp, et on aura le point P. Maintenant, pour avoir l'angle que le plan du méridien $\mu''pm''$ fait avec celui du tableau ou avec le plan horizontal, on abaissera du point p la droite R perpendiculaire sur $\mu''m''$; on fera pR′ égal à pR, et l'on mènera la droite R′P qui formera avec DE l'angle cherché. Les rapports trigonométriques de cet angle et de son cosinus donnent ensuite cette construction géométrique : menez Cn parallèle à R′P, et du point n la droite nt parallèle à Pp; décrivez du point C avec un rayon, égal à Ct, un arc tn', terminé à la rencontre de Cn' mené perpendiculairement à la trace ou au grand axe $\mu''m''$; alors la ligne Cn sera la projection orthographique du rayon Cn, ou le petit axe demandé. On n'a donc qu'à décrire l'ellipse dont les deux axes sont donnés.

La projection des parallèles, abstraction faite des calculs qui lui servent de fondement, peut s'effectuer de la manière suivante. Supposons qu'on veuille projeter le parallèle dont la distance au pôle élevé est mesurée par l'arc Pb ou Pa. Des points a et b, on abaissera sur le méridien principal DE les perpendiculaires aa', bb', et la ligne $a'b'$ sera le petit axe de projection du parallèle à décrire. Pour trouver le grand axe, on divisera en parties égales et en nombre pair la corde ab; on cherchera sur DE les projections de tous les points de division, comme on l'a fait

pour les points *a* et *b;* ensuite, après avoir mené par ces mêmes points des *ordonnées* (1) dans le demi-cercle *axb*, on portera sur les ordonnées correspondantes de l'ellipse à tracer, les longueurs des premières; on aura par ce moyen les principaux points de cette ellipse, et l'ordonnée du milieu *yx* sera le demi-grand axe *y'x'* qu'on demandait.

Outre la projection orthographique et la stéréographique, il y a une troisième projection en perspective qu'on nomme *centrale.* On l'obtient en plaçant le point de vue au centre de la sphère, et en prenant pour tableau un plan tangent à sa surface. Il serait inutile de démontrer comment il faut modifier dans ce cas les procédés que nous avons donnés ci-dessus pour construire les projections équatoriales, polaires et horizontales; il faut tirer du point C des *figures* 20-28, citées précédemment, les rayons visuels qui déterminent la section faite par le plan du tableau dans les cônes, perpendiculairement aux cercles à représenter; il faut prendre le tableau parallèle à celui qui passe par le centre, et tangent au cercle ADBE. On verra alors que, dans la projection sur le plan du premier méridien, les méridiens seront des lignes droites, perpendiculaires à l'équateur, qui sera lui-même une ligne droite; les parallèles à l'équateur seront des hyperboles; dans la projection polaire, les méridiens seront des lignes droites tirées du centre de la carte, les parallèles à l'équateur des cercles ayant leur centre à ce point; dans la projection horizontale, enfin, les méridiens seront des lignes droites, menées par la projection du pôle supérieur. Le parallèle du lieu auquel se rapporte la projection sera représenté par une parabole, ceux qui sont plus près du pôle par des ellipses, et les autres, de chaque côté de l'équateur,

(1) Une ordonnée est une ligne droite, tirée d'une courbe, perpendiculairement au diamètre de celle-ci.

par des hyperboles. On sent que cette projection altère encore plus que la stéréographique, l'étendue des régions à mesure qu'elles s'éloignent du centre de la carte; elle ne peut même représenter un hémisphère entier, parce que les rayons visuels menés par la circonférence qui termine cet hémisphère, sont indéfinis, étant parallèles au plan du tableau; elle peut néanmoins être utilement employée pour retracer des parties du globe dont l'étendue ne serait pas très-considérable; elle offre l'avantage que tous les lieux situés sur le même grand cercle, se trouvent, sur la carte, placés sur une ligne droite (1); elle est susceptible d'une espèce d'échelle dont la construction n'est pas difficile à trouver. C'était sans doute par cette raison que M. Prony s'était proposé de s'en servir dans les cartes du cadastre. Cette projection, presqu'inconnue en géographie, s'emploie pour les cadrans solaires.

Telles sont les trois principales projections du globe que les règles de la perspective admettent. On voit qu'aucun des planisphères, tracés d'après ces projections, ne réunit toutes les qualités d'une représentation parfaite du globe; elles altèrent nécessairement la figure des pays, soit au milieu, soit vers les bords de chaque hémisphère; elles ne représentent point les espaces réellement égaux sous des dimensions égales; la même chose a lieu pour la plupart des distances. Il n'est pas non plus possible d'obtenir dans la projection stéréographique ni dans l'orthographique que les lieux situés en ligne droite sur le globe, c'est-à-dire sur un même grand cercle, soient également représentés dans la mappemonde sur une ligne droite. Enfin, l'inégalité nécessaire dans la projection des espaces ne permet pas de trouver avec facilité la longitude et la latitude exactes d'un lieu. En vain, pour remédier à ces inconvéniens, a-t-on

(1) *Lagrange*, Mém. sur les cartes géographiques, dans les *Mém. de Berlin*, 1779, p. 162.

proposé divers moyens propres à modifier la projection stéréographique. Le savant astronome de La Hire (1) voulut qu'on supposât l'œil du spectateur hors du globe, et distant de sa surface convexe de la valeur du sinus de 45 degrés; c'est-à-dire que le méridien BD, *fig.* 30, étant de 200 parties, il faut le prolonger hors du cercle ABED de 70 parties, et ensuite tirer du point F les droites F*a*, F*b*, etc., dont les intersections avec le diamètre AE détermineront les petits axes C*x*, C*y*, etc., des ellipses qui représenteront les méridiens. Le géomètre Parent observa que dans cette projection le rayon du méridien distant de 45 degrés du méridien principal, coupe à la vérité le demi-diamètre en deux portions égales, mais qu'on pouvait encore se demander à quelle distance il faut placer l'œil pour que toutes les inégalités entre les divisions du demi-diamètre soient les moindres possibles; il trouva que si BD est égal à 200 parties, il faut prendre le point de vue à une distance de $59\frac{1}{2}$; mais il faut le placer à $110\frac{1}{2}$, si l'on veut que les zones de l'hémisphère occupent respectivement un espace proportionné à celui qu'elles offrent sur le globe.

Ainsi, ces sortes de projections stéréographiques modifiées, outre qu'elles perdent l'avantage de présenter les méridiens et les parallèles se coupant à angle droit, ne peuvent conserver en même temps l'égalité des espaces et celle des configurations.

C'est une vérité générale et démontrée, que toutes les conditions d'une représentation parfaite de la surface terrestre ne pourraient être réunies qu'autant que la terre fût un cône ou un cylindre, ou enfin, un corps quelconque, à simple courbure (2). Si donc nous pouvons trouver un

(1) Histoire de l'académie des sciences, pour l'an 1701, p. 97.

(2) *Lambert*, Mémoires sur les mathématiques mixtes, III, p. 105 (en allemand). *Euler*, Mém. sur les solides développables dans les *Novi Comment. Petrop.*, XVI, 2.

corps de cette nature qui se rapproche beaucoup du sphéroïde, nous substituerons sa surface à celle de ce dernier, et nous obtiendrons des représentations qui, selon le choix que nous aurons fait de la surface développable, répondront à l'une ou à l'autre des conditions d'un tableau fidèle. C'est ce que nous allons expliquer dans le Livre suivant.

LIVRE VINGT-NEUVIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Cartes géographiques et hydrographiques par développement conique et cylindrique. — Des Projections par parties proportionnelles.

Parmi tous les corps qui peuvent être exactement retracés sur un plan, le cône et le cylindre ont le plus d'affinité avec la sphère; le cône surtout offre l'avantage qu'une petite zone conique ne diffère presque pas d'une zone sphérique. Aussi ce sont les développemens coniques qui fournissent les meilleures projections des cartes géographiques spéciales, et même, à l'aide de quelques modifications, pour des parties considérables du globe. C'est donc par l'explication de ces sortes de cartes que nous allons commencer.

Dans la projection conique pure, on considère une zone sphérique comme se confondant avec la surface d'un cône tronqué qui lui est tangent. Si on développe cette surface, les parallèles deviennent des cercles droits du sommet du cône, pris pour centre; les méridiens sont des droites qui passent toutes par ce même point et se dirigent vers la base du cône. Afin de mieux fixer les idées à cet égard, ayons recours à la *figure* 31. Soit PC le rayon de la sphère, M un lieu situé à la latitude EM, et OM la cotangente de cette latitude. Le développement du parallèle moyen a pour rayon la cotangente de sa latitude, et pour amplitude l'arc égal à la circonférence dont MR est le rayon.

Du point O, pris pour centre (*fig.* 32) et avec le rayon OM, nous décrirons un arc indéfini NN′, et prenant OG pour le méridien du milieu de la carte, nous ferons l'angle NOM égal à la moitié du nombre de grades contenus dans le parallèle

moyen. Supposons, par exemple, que ce parallèle comprend 25 degrés sur le globe, et que la différence en latitude des parallèles extrêmes soit de 30 degrés, le parallèle moyen aura sur la carte un nombre de degrés exprimés par $\frac{MR}{OM}$. 25 degrés. Telle est l'amplitude de cet arc; puisque les nombres de degrés contenus dans deux arcs de même longueur sont entre eux comme leurs rayons. Ainsi l'angle MON étant égal à $\frac{MR}{OM}$. $\frac{25 \text{ deg.}}{2}$, il est évident que les projections des méridiens feront entre eux des angles moindres que sur le globe, puisque MO est toujours plus grand que MR. Par conséquent, les parallèles de la carte, tant supérieurs qu'inférieurs au parallèle moyen, excéderont ceux du globe dont ils sont les projections; et plus on étend la carte dans le sens des latitudes, plus les deux extrémités offriront une proportion inexacte. Pour marquer dans la projection ces parallèles extrêmes, on prend sur l'axe de la carte OG, deux parties M*a* et M*b* égales à la moitié de différence de latitude des parallèles extrêmes, par exemple, à 15 degrés dans le cas proposé. On représente ensuite ces parallèles par les arcs DD′ et EE′, et on finit par partager en parties égales le méridien du milieu et le parallèle moyen, ce qui donnera la graduation de la carte.

Les défauts de cette projection sont de ne point conserver l'égalité entre les espaces et de ne donner les distances justes que dans le sens des méridiens. Pour y remédier, on a essayé deux moyens: l'un consiste à prendre, au lieu du cône tangent, un cône inscrit en totalité ou en partie; l'autre, c'est d'altérer la projection rectiligne des méridiens.

Si, en place de l'arc *ab*, *fig.* 32, on prend la corde qui le sous-tend pour le côté du cône à développer, les rayons des projections des parallèles extrêmes seraient *a*O et *b*O,

et la carte aurait une exactitude rigoureuse sur ces parallèles; mais ceux qui se trouveraient intermédiaires pécheraient un peu par défaut. Cette méthode n'est donc bonne que pour une zone de peu de largeur.

L'astronome Delisle de La Croyère, qui fut chargé de construire une carte générale de l'empire de Russie, carte qui, stéréographiquement tracée, offrirait des difformités choquantes, fit choix de la projection conique; mais, pour la perfectionner, il imagina de faire entrer le cône dans la sphère, de manière qu'il la coupât suivant deux parallèles placés chacun à égale distance du parallèle moyen, et de l'un des deux parallèles extrêmes. La carte avait, par ce moyen, sur les deux parallèles dont on vient de parler, la même dimension que la partie correspondante du globe; et son étendue totale différait peu de celle du pays qu'elle devait représenter, parce que l'excédant qui se trouvait aux deux extrémités de la carte, était au moins compensé en partie par le défaut qu'avait, à l'égard de la zone sphérique, la portion inscrite du cône. La carte comprenant depuis le 40e deg. de latitude jusqu'au 70e, le parallèle moyen répondait à 55°, les parallèles communs avec la sphère étaient ceux de 47° 30′ et 62° 30′. Cette projection offre beaucoup d'avantage pour les cartes générales d'une étendue considérable, et dont le but principal est de montrer l'ensemble d'un vaste empire (1).

Le célèbre Euler a fait des recherches profondes sur cette méthode de projection; il y substitue, à la détermination des parallèles qui doivent être communs avec la sphère, celle du point de concours des lignes droites qui représentent les méridiens, et de l'angle qu'elles font entr'elles lorsqu'elles comprennent un degré de longitude. Ses calculs sont appuyés sur les conditions suivantes : 1° que les erreurs soient égales aux extrémités méridionales et sep-

(1) *Mayer*, Introduction à la construction des cartes, §§ 31, 32.

tentrionales de la carte; 2° qu'elles soient aussi égales à la plus grande de celles qui ont lieu vers le parallèle moyen de la carte. Il en conclut que le point de concours des méridiens doit être placé au-delà du pôle, d'une quantité égale à 5° de latitude; et que l'angle de deux méridiens consécutifs doit être de 48′ 44″. Ce géomètre cherche ensuite de combien les arcs des grands cercles qui mesurent les distances sur le globe, diffèrent des lignes droites qu'on leur substitue sur la carte; et il trouve qu'un arc de 90°, aurait sur la carte une longueur de 90°, 79, exacte à moins d'un centième près (1).

Un géomètre anglais, *Murdoch*, a proposé trois méthodes différentes pour rendre la projection conique plus conforme aux conditions d'une bonne carte (2). Ce savant s'étant expliqué d'une manière laconique et peu exacte, ses projections ont été moins appréciées à leur juste valeur que vantées ou blâmées sur parole. Nous en devons un exposé critique aux recherches des deux géomètres allemands (3). Mais nous nous écarterions de notre méthode générale de ne point parler le langage abstrait des mathématiques, si nous voulions donner une idée complète de toutes les règles de ces projections. La première présente deux parallèles parfaitement semblables à ceux de la sphère et une surface conique égale dans sa totalité à la surface sphérique; mais elle resserre les distances vers le milieu et les agrandit aux extrémités; les espaces même ne sont point égaux, en partageant la carte par deux ou plusieurs zones (4). Cette projection offre cependant une représen-

(1) *Euler*, Acta acad. Petropol. I, p. 1. — (2) Philosoph. Transact. vol. L., part. II, p. 554 et suiv. — (3) *Mayer*, Introd., p. 298-311. *Albers* dans *Zach*, Correspondance astron., XI, 98-114, 240-250.

(4) « Soit dans la *figure* 33, C le centre de la terre, Q un point de l'équateur, P l'un des pôles, QMP un méridien, A et B les points d'intersection de deux parallèles. Supposons $QA = \alpha = 70$ degrés de latitude (anc. mes.) et $QB = \beta = 10°$. $QM = \mu = \frac{1}{2}(\alpha + \beta)$ sera $= 40°$. Il

tation sensiblement fidèle, lorsqu'on n'en fait l'application qu'à des zones de 8 à 10 degrés de latitude. La seconde projection de Murdoch a pour but d'obtenir l'exactitude de la perspective, en plaçant l'œil au centre du globe comme dans la projection centrale; mais, pour que cette condition se trouve remplie, il faut que la carte soit pliée en forme conique comme le sont les *coniglobia* célestes, publiés en Allemagne par Funk. Cette dernière projection est susceptible d'une échelle croissante comme les cartes hydrogra-

faut maintenant que la zone de la sphère, limitée par A et B, soit représentée sur une surface conique égale en étendue à la zone sphérique, et de manière que la largeur de la zone sphérique soit égale à l'arc BA. En d'autres termes, on cherche le quadrilatère NO $o\,n$ qui, en tournant autour de l'axe $o\,n$, décrira une surface conique égale à la surface sphérique décrite par la révolution du segment BA $\alpha\,\beta$, de manière que NO dans le cône reste égal à l'arc BA. »

« On voit que la ligne NO coupe l'arc BA dans les deux points ζ et η qui sont déterminés par les angles ζ CM et n CM, dont la somme est égale chacune à δ. Si on prend le rayon de la sphère $= 57{,}29577$ degrés $= \rho$, on trouvera $\cos\delta = \dfrac{\sin\frac{1}{2}(\alpha-\beta)}{\frac{1}{2}(\alpha-\beta)}$.

» On en conclut $Kp = R$, le demi-diamètre de la projection en degrés de latitude $R = Kp = \rho.\ \text{cotang}\ \mu.\ \cos\delta$; ou, si l'on suppose $\rho.\ 15 = r$, en milles géographiques $R = r.\ \cot\mu.\ \cos\delta$. »

« Dans l'exemple donné, nous aurons $\delta = 17^\circ\ 16'$, par conséquent $\eta = \mu$, $+\delta = 40^\circ + 17^\circ\ 16' = 57^\circ\ 16'$, et $\zeta = \mu - \delta = 40^\circ - 17^\circ\ 16' = 22^\circ\ 44'$, enfin $R = 978{,}1$ milles géographiques.

» Comme en outre $KO = MA = 30^\circ = 30.\ 15 = 450$ milles géogr. et $KN = MB = 30^\circ = 30.\ 15 = 450$ milles géographiques, on connaît les deux extrêmes cercles de la zone conique par leurs demi-diamètres, savoir : $pO = R - KO = 978{,}1 - 450 = 528{,}1$ milles géographiques et $pN = R + KN = 978{,}1 + 450 = 1428{,}1$ milles géographiques. »

« La *fig.* 34 représente une projection conforme à ces données et comprenant 110 degrés; mais on n'y connaît encore que les demi-diamètres pour les latitudes de $10^\circ = pN$, de $40 = R$ et de $70^\circ = pO$. Il est évident que les deux triangles pkK et CFM sont semblables, puisque les angles k et F sont tous les deux $= 90^\circ$ et l'angle $p = MCF = 90^\circ - MCp$. On en tire facilement la proportion CM : MF $= pK : Kk$ et comme CM = sinus total $= 1$ et MF $= \sin\mu$, nous substituerons à pK une longitude géographique quelconque, pour laquelle on veut calculer l'angle $SpW = \lambda$, et

phiques de Mercator, dont nous parlerons ci-après. La troisième projection de Murdoch ne paraît rien offrir d'avantageux.

Quelqu'ingénieuses que soient les modifications par lesquelles on a essayé de perfectionner la projection conique, il est évident qu'elles aboutissent toutes à faire perdre à cette projection sa simplicité et sa facilité primitives, sans obtenir complètement les autres avantages qu'on voudrait lui donner. Dans les projections d'après Murdoch et Euler,

à Kk, l'angle cherché SpW, on aura la proportion $1 : \sin\mu = \lambda : Sp\mathrm{W}$, c'est-à-dire : $Sp\mathrm{W} = \lambda . \sin\mu$.

» Dans notre carte qui doit comprendre 110 degrés de longitude, l'angle SpW sera $= 110 . \sin\mu$. Donc

$$\log\lambda = \log 110 = 2{,}0413927$$
$$+\log\sin\mu = \log\sin 40^\circ = \underline{9{,}8080675 - 10}$$
$$\log Sp\mathrm{W}\ 1{,}8494602 = \log 70{,}7066$$

et par conséquent l'angle $Sp\mathrm{W} = 70^\circ\ 42'$ puisqu'il n'y a pas d'inconvénient à négliger les 0,0066 qui font 24″.

» On partage maintenant l'angle SpW sur l'arc SW en onze parties égales, et par là on détermine les méridiens de la carte de 10° en 10°. » (*Albers*, loc. cit.)

Cet auteur montre ensuite comment, en prenant un méridien principal st, on peut calculer les points d'intersection de tous les méridiens avec les parallèles extrêmes.

Il donne ensuite pour la détermination des parallèles restans la méthode suivante, conforme aux conditions que Murdoch s'est imposées.

« Kη est $=$ Kζ. Dans le triangle CKη qui est rectangle en K le côté $\mathrm{K}\eta = r . \sin \mathrm{KC}\eta = r, \sin\delta$; et de même dans le triangle CKζ, le côté $\mathrm{K}\zeta = r . \sin\delta$. Pour notre carte nous aurons

$$\log r = \log(57{,}29\ldots \times 15) = \log 859{,}4366 = 2{,}9342139$$
$$+\log\sin\delta = \log\sin\ \underline{17^\circ\ 16' = 9{,}4724922 - 10}$$
$$\log \mathrm{K}\eta = \log \mathrm{K}\zeta = 2{,}4067061 = \log 255{,}1,$$

Donc $\mathrm{K}\eta = \mathrm{K}\zeta = 255{,}1$ milles géographiques. D'où l'on conclut facilement $p\eta = p\mathrm{K} - \mathrm{K}\eta$ et $p\zeta = p\mathrm{K} + \mathrm{K}\zeta$. »

Mais Murdoch se contente de tracer les parallèles en divisant TS ou VW, *fig.* 33, en parties égales, procédé irrégulier, contraire aux conditions du problème, et qui cependant diminue les défauts de la carte. M. Albers a cherché et découvert une loi géométrique pour tracer les parallèles de manière à rendre partout les espaces égaux à ceux de la sphère. Voyez le mémoire complet d'*Albers*, dans le vol. XII des *Annales des Voyages et de la Géographie*.

il y a toujours quelque partie de la carte où les espaces sont un peu trop grands ou un peu trop petits; les erreurs sur les distances, dans la première projection de Murdoch, peuvent aller à $\frac{2}{11}$. Il est vrai que cette projection, corrigée par *Albers* (1), offre des proportions telles que dans le plus petit carré, circonscrit par deux parallèles et deux méridiens, les défauts en plus et en moins se détruisent les uns les autres, de sorte que les espaces sont partout dans la juste proportion; cependant les distances, prises dans le sens direct de quatre points cardinaux, ne se trouvent point avec une exactitude rigoureuse, et la configuration des pays est altérée dans ces mêmes directions.

Les géographes ont donc cherché, pour leurs cartes spéciales, des projections plus commodes et qui ne se rapportent que très-indirectement au développement d'une figure régulière quelconque.

« Il suffit, dit un illustre géomètre, pour l'exactitude mathématique d'une carte, que les parallèles et les méridiens y soient tracés d'après une loi géométrique constante quelconque (2). » On peut donc imaginer un grand nombre de projections parmi lesquelles il suffit d'en remarquer quelques unes.

La première méthode proposée par Ptolémée pour dessiner le monde connu de son temps, est une altération de la projection conique, assez rapprochée de la méthode de *Delisle* (3). Il place l'œil dans le plan d'un méridien quelconque de l'hémisphère, contenant le monde connu, et sur le prolongement du rayon de la sphère qui coupe ce méridien à 45° lat. N. Il fait ensuite « tourner le globe, de sorte que » les méridiens se présentent successivement à l'œil comme » des lignes droites, se réunissant au pôle, et que les pa- » rallèles se montrent comme des arcs de cercle, ayant leur

(1) Voyez le Mém. cité. — (2) *Lagrange*, Mém. sur la construction des cartes, 2e sect. — (3) *Ptol.* Géogr. I, cap. XXI.

» partie convexe tournée au midi. » Ces mots prouvent qu'il n'est pas du tout question d'une perspective stéréographique ; la position de l'œil n'est indiquée que pour démontrer la possibilité de voir les méridiens projetés par une ligne droite. Les rapports qu'ont les arcs des parallèles dans cette projection, *fig.* 35, sont déterminés par des règles mathématiques arbitraires, dont le résultat est de rendre l'arc de méridien PF = 40,000 stades, exactement proportionné à l'arc de parallèle de latitude de Rhodes HKL = 72,000 stades. Le parallèle de latitude de Thulé OPQ et l'équateur RST ont aussi entre eux la même proportion que sur le globe, mais ils sont trop grands comparés à HKL. Comme Ptolémée étendait le monde connu à 16 degrés et demi au sud de l'équateur, il trace à cette latitude l'*antiparallèle* de Méroé, lieu situé à 16° $\frac{1}{2}$ au nord de l'équateur ; il divise cet arc comme celui qui passe par Méroé et marque les méridiens en tirant des droites entre ces points de division et ceux de l'équateur. Cette projection n'est, comme on voit, qu'une altération grossière de la projection conique. Aussi Ptolémée lui préfère une autre méthode dont nous allons donner un aperçu rapide (1).

L'œil est placé dans le plan du méridien qui partage par le milieu le monde connu, et sur le prolongement du rayon de la sphère, tiré par la commune intersection de ce méridien avec le parallèle de Syène, censé être le parallèle moyen du monde connu. Soit par conséquent ABCD, *fig.* 36, le grand cercle qui circonscrit l'hémisphère contenant le monde connu de Ptolémée ; soient A et C les pôles, BFD l'équateur, AFC le méridien moyen du monde connu et E son point d'intersection avec le parallèle de Syène; alors une ligne tirée du centre T par E en S sera la ligne dans laquelle se trouve l'œil. Si maintenant on tire par E un grand cercle dont BED est la moitié, l'œil se

(1) *Ptol.* Géogr. I, c. XXIV.

trouvera aussi dans son plan, parce qu'il est dans sa commune intersection avec le plan du méridien AEC. D'où Ptolémée conclut « que les demi-cercles BED et AFC se » montreront comme des lignes droites, se coupant à an- » gles droits; qu'au contraire l'équateur et tous ses paral- » lèles, attendu que leurs plans ont la même inclinaison » contre le plan du grand cercle BED dans lequel se trouve » l'œil, paraîtront comme des arcs de cercles parallèles, » ayant leur partie convexe tournée au sud; enfin que les » méridiens, situés de deux côtés, du méridien moyen AEC, » seront vus comme des arcs de cercle, dont la concavité » est tournée vers le méridien moyen et qui deviennent de » plus en plus concaves, à mesure qu'ils s'en éloignent. » Mais, au lieu de développer ces principes conformément à la perspective, Ptolémée détermine les lignes de sa projection d'après des proportions arbitraires, combinées de manière à conserver, autant que possible, la configuration des pays. « Tracez, dit-il, le parallélogramme rectangle ABCD, *fig.* 37, de manière que le côté AB soit double du côté BD. Coupez-le en deux également par la perpendiculaire EF, que vous diviserez en 90 parties. Prolongez cette ligne de 91 parties $\frac{3}{4}$ pour avoir le centre L. Prenez FG de 16 parties $\frac{5}{12}$ pour tracer de l'ouverture LF le parallèle de Méroé SX. Faites GH de 23 $\frac{5}{12}$ pour avoir avec le rayon LH le tropique du Cancer TY. Prenez GK de 63 parties et de KL, décrivez le parallèle de Thulé QR. Portez sur ces trois parties de circonférences TY, QR, SX, les degrés convenables aux parallèles qui leur répondent et dans les rapports qu'ils ont avec ceux de l'équateur; et par les trois points correspondans QTS, RYX, etc., faites passer des portions de circonférences; elles seront les méridiens demandés.

Cette projection est encore employée, quoiqu'avec des modifications essentielles, pour figurer des parties consi-

dérables du globe. La meilleure des méthodes qui dérivent en quelque sorte de celle de Ptolémée, est celle employée par Flamsteed dans son atlas céleste, et dont, si je ne me trompe pas, le perfectionnement est dû à *Bonne*, un des plus habiles géographes français. Les principes de ce développement sont de décrire tous les parallèles d'un même centre, pris dans l'axe de la carte, et de prendre ensuite sur chaque parallèle les degrés de longitude tels que les donne la loi de leur décroissement, c'est-à-dire proportionnels au cosinus de leur latitude, et enfin de faire passer par une même série de points de division correspondans, une ligne courbe qui représente le méridien. Quelle que soit la position du centre sur l'axe de la carte, cette projection jouit de la propriété de représenter par des quadrilatères égaux chaque quadrilatère correspondant formé sur la surface du globe par deux méridiens et deux parallèles quelconques(1). Les quadrilatères ont d'ailleurs deux de leurs côtés opposés égaux en longueur aux côtés correspondans sur la sphère, quoique différens par leur courbure. Le premier méridien y est rectiligne et coupe tous les parallèles à angles droits; les suivans sont des courbes qui les coupent plus ou moins obliquement à mesure qu'ils s'éloignent du méridien principal; ce qui fait que les quadrilatères qu'ils comprennent s'alongent dans le sens de l'une de leurs diagonales et se rétrécissent dans le sens de l'autre. C'est là le principal défaut de ce développement, mais il ne devient sensible qu'à une distance déjà considérable du centre de la carte.

Ce défaut était très-sensible dans l'atlas de Flamsteed, parce que cet astronome, ayant prolongé indéfiniment l'axe de sa carte, a tracé les parallèles par des rayons infinis, c'est-à-dire qu'elles sont dans la carte des lignes

(1) *Mollweide*, Démonstration analytique de la projection, etc. *Zach*, Correspondance astronomique, XIII, 144.

droites, coupant les méridiens de l'extérieur de la carte sous des angles très-obliques, d'où il résulte une grande altération dans la configuration des pays éloignés du centre, ainsi qu'on peut le juger d'après la *fig.* 38.

On obvie à cet inconvénient, en assujettissant d'abord le parallèle moyen de la carte à être coupé perpendiculairement par tous les méridiens. Pour cela, il suffit de prendre une droite égale à la cotangente de la latitude du parallèle qui divise à peu près également dans le sens des méridiens la région qu'on se propose de représenter, et avec cette droite, comme rayon, de décrire le parallèle moyen de la carte; les autres parallèles se décriront du même centre avec le même rayon augmenté ou diminué d'une quantité égale à la partie du méridien, comprise entre le parallèle moyen et celui qu'il s'agit de tracer. Il n'est pas nécessaire de dire qu'on doit également faire coïncider le méridien principal de la carte avec celui qui dans le sens des parallèles partage la carte en deux portions égales. C'est une règle générale dans tous les développemens du globe.

La projection corrigée de Flamsteed étant aujourd'hui la plus généralement adoptée, nous croyons devoir en faire connaître en détail les procédés, d'après la méthode adoptée au *Dépôt de la guerre* (1).

Proposons-nous d'appliquer ces principes au développement d'un demi-fuseau sphérique dont l'angle est de 100 degrés, nouvelle mesure. Le développement sera la projection d'un triangle à trois angles droits ou de la huitième partie de la surface de la sphère. Soit, dans la *fig.* 39, C *a* le rayon représentatif de la sphère proposée, et *a* O une ligne perpendiculaire et égale à C *a*. Si du point *a* on abaisse sur C *o* la perpendiculaire *a e*, elle sera le rayon du parallèle à la latitude de 50 degrés (nouv. mes.), en prenant P pour le pôle et Q pour un point de l'équateur. Cela posé, on

(1) *Puissant*, Traité de Topographie, p. 138.

pourra considérer aO comme le côté d'un cône tangent à la sphère, et alors la surface près du cercle de contact coïncidera sensiblement avec la surface sphérique. Or, puisque, d'une part, il s'agit de développer seulement le quart de la circonférence dont $a\,e$ est le rayon, ou, ce qui revient au même, le quart de la surface courbe du cône droit qui a Oa pour côté; et que, d'une autre part, ae est le sinus de 50 deg., lorsque le rayon aC est pris pour le sinus total, on aura le logarithme du sinus de $50^\circ = 9{,}8494850$ et le sinus de $50^\circ = 0{,}70711$. Ensuite $\frac{1}{4}$ de la circonférence qui a pour rayon ae, est $= 1{,}1101627$, enfin puisque l'arc aMb (*fig.* 40) décrit d'un rayon $a\,O = 1$, doit avoir pour longueur 1,1101627, on trouvera le nombre de degrés de cet arc par la proportion que voici:

$$3{,}14 : 200^\circ :: 1{,}1101627 : x = 70^\circ{,}71.$$

Telle est la valeur de l'angle aOb ou l'amplitude de l'arc $a\,b$, *fig.* 40. Maintenant, si l'on veut avoir les degrés de longitude de 5 en 5, on divisera l'arc $a\,b$ en vingt parties égales, et le milieu M de cet arc sera sur l'axe OM de la carte. Mais comme il n'est pas possible de déterminer la position des autres parallèles ainsi que la longueur de leurs degrés respectifs, sans avoir une échelle de parties égales, construite d'après le nombre de mètres contenus dans le rayon moyen aC de la terre, rayon qui, comme on sait, est $= 6{,}366198$ mètres, on procédera préalablement à la construction de cette échelle. Pour cet effet, on portera sur une ligne indéfinie mC′, *fig.* 41, 636 parties et $\frac{6}{10}$ de C′ en m, et l'on prendra a'C′ égal au rayon aC, *fig.* 39; puis, par tous les points de division de la ligne mC′, on mènera parallèlement à $a'm$ les droites xx', yy', etc. La ligne a'C′ étant par ce moyen divisée en parties proportionnelles à mC′, on formera sur ce module l'échelle de la *fig.* 40.

Ayant ainsi construit l'échelle de la carte, nous y prendrons une longueur de 50 parties ou myriamètres pour la

valeur des degrés du méridien, pris de 5 en 5, et nous porterons cette longueur sur l'axe de la carte, dix fois au-dessus et dix fois au-dessous du parallèle moyen *a b*, *fig.* 40. Nous décrirons ensuite du point O comme centre, des arcs indéfinis, passant par tous les points de division de l'axe OM; alors nous aurons les parallèles de 5 en 5 degrés. Enfin, sur chaque parallèle, nous prendrons des distances égales chacune à cinq fois la valeur du degré de longitude, connu par les tables géographiques. Ainsi, sur le parallèle de 55 degrés, la longueur du degré de longitude est de 6 myriamètres, 49; par conséquent, il faudra, à partir de l'axe de la carte, et de part et d'autre de cet axe, porter dix fois l'intervalle 6, $49 \times 5 = 32$ myriam. 45, pris sur l'échelle. Lorsque tous les points par où doivent passer les méridiens auront été déterminés de cette manière, il est facile de tracer ces courbes.

Il faut avouer que l'amplitude de l'arc d'un parallèle quelconque, déterminée par cette méthode, se trouvera un peu plus grande qu'elle ne devrait être, puisque l'on donne à la corde d'un arc de 5 degrés, la longueur même de cet arc; mais l'erreur qui en résulte est d'autant moindre, que la courbure des parallèles est plus petite. D'ailleurs, pour obtenir une exactitude rigoureuse, on peut déterminer l'amplitude de tous les parallèles comme celle du parallèle moyen, par l'angle que forment les deux rayons menés aux extrémités de ce parallèle.

Au lieu de prendre arbitrairement, comme dans l'exemple donné, le rayon de la sphère, on en fixe le plus souvent la longueur à l'aide d'une échelle construite d'avance, et dont les parties sont dans un rapport déterminé avec le mètre. Par exemple, au Dépôt général de la guerre, l'échelle pour le dessin et la gravure de la carte de chacune des quatre parties du monde est $\frac{1}{2000000}$, c'est-à-dire que 2,000,000 mètres pris sur le terrain seront représentés sur

la carte par une longueur réelle d'un mètre. D'après cela, le rayon de la terre qui est de 6,366198 mètres, sera seulement sur la carte de $\frac{6^m,366198}{2} = 3^m,18$. Ainsi, pour que l'échelle de cette carte soit divisée de 10 en 10 myriamètres ou de 100000 en 100000 mètres, il faut que 10 myriamètres aient pour longueur 5 centimètres. Le Dépôt de la guerre observe de même dans ses cartes spéciales une progression décimale de l'échelle, de sorte que le degré de latitude d'une carte générale étant pris pour unité, celui de la carte chorographique doit être représenté par l'un des nombres 2, 5 ou 10 qui sont des diviseurs exacts dans le système décimal. Par ce moyen, les cartes particulières s'enchaînent parfaitement avec les cartes générales, attendu que les proportions de détails croissent d'une à l'autre carte dans des rapports faciles à calculer. Mais l'exécution de ces sages vues renchérirait le prix des atlas géographiques, en exigeant le plus grand format.

Les diverses modifications de la projection conique ayant été suffisamment expliquées, nous allons considérer les *développemens cylindriques* de la surface du globe, et les cartes marines qui en sont déduites (1).

Les *rumbs de vent* que suivent les navigateurs, ou les directions indiquées par la boussole, ayant la propriété de couper sous le même angle tous les méridiens qu'ils traversent et qui, pour cette raison, forment sur le globe la spirale nommée *loxodromique* (2), se trouvent nécessairement projetés par des lignes courbes du même genre dans toutes les cartes où les méridiens ne sont pas parallèles.

C'est ce que démontre la *fig.* 42, dans laquelle on voit une moitié d'hémisphère projetée sur le plan de l'équateur. Soit P le pôle nord, AMB l'équateur; les droites tirées du

(1) Neptune français, discours prélimin. *Bezout*, Cours des mathém. Marine. *Dubourguet*, Traité des navigations, etc.

(2) Voyez ci-dessus, *Liv.* XXVII, p. 83.

centre à la circonférence sont des méridiens, et les cercles concentriques représentent les parallèles. Supposé que le navigateur veuille aller de C, point de l'équateur, droit au nord-ouest, le cours de son vaisseau doit constamment faire avec la méridienne du lieu ou avec la ligne nord et sud un angle de 45 degrés (anc. mes.). Arrive-t-il maintenant en G, la ligne méridienne GNP ne conserve plus de parallélisme avec le méridien CG; s'il continue sa route au nord-ouest, en observant toujours l'angle de 45°, il parviendra au point H, de là au point I, et il décrira ainsi la courbe loxodromique CGHI qui s'approche constamment du pôle, sans toutefois y atteindre jamais. Plus l'angle constant sous lequel la route coupe les méridiens est grand, plus la courbe loxodromique devient longue, comme on le voit dans la *fig.* 42, par la ligne CRS. On conçoit que les marins qui doivent diriger leurs courses sur ces lignes, ne peuvent tracer commodément sur ces cartes, ni le chemin qu'ils ont parcouru, ni la route qui leur reste à faire, à cause de la difficulté de mesurer avec le compas l'arc d'une courbe; pour parer à cet inconvénient, ils ont cherché à imaginer une projection de cartes dans laquelle les méridiens fussent des lignes parallèles droites.

Le développement d'un cylindre se présente aussitôt à l'esprit, comme le moyen d'obtenir une semblable projection. Lorsqu'on se borne à retracer une zone de très-peu d'étendue en latitude, il est évident que la zone sphérique pourra, sans erreur sensible, être représentée par le développement d'un cylindre, soit inscrit, soit circonscrit à cette zone, et dont l'axe coïncide avec celui du globe. Les méridiens qui résulteront des sections du cylindre par des plans passant par son axe, sont représentés par des lignes droites parallèles à cet axe; les plans des parallèles coupent le cylindre suivant des cercles parallèles à sa base, et qui deviennent des lignes droites dans le développement. Telle

est la construction des cartes plates dont on attribue faussement l'invention à don Henri, infant de Portugal, puisque Marin de Tyr, antérieur à Ptolémée, en condamne l'usage et en a essayé une modification (1). Leurs défauts sont analogues à ceux de la projection conique; ils sont même plus considérables; car dans celle-ci, on peut donner à deux parallèles leur véritable longueur par rapport aux degrés de latitude, tandis que sur la carte plate, on ne peut observer cette proportion qu'à l'égard d'un seul, savoir : pour l'inférieur dans le développement du cylindre circonscrit, et pour le supérieur dans le développement du cylindre inscrit. Il est vrai qu'on pourrait masquer cet inconvénient, si on employait le cylindre construit sur un des parallèles intermédiaires, et qui serait en partie intérieur et en partie extérieur à la sphère; de cette manière, l'étendue en longitude se trouverait exacte vers le milieu, mais l'erreur serait partagée entre les deux extrémités. On a même essayé des projections cylindriques, dans lesquelles le cylindre aurait pour base un cercle vertical quelconque (2), mais nous n'en parlerons pas, et nous nous bornerons à remarquer que l'on peut placer le parallèle qui sert de base au cylindre, de manière que l'aire du développement soit égale à celle de la zone sphérique.

Le tracé des cartes plates s'effectue sans peine dès qu'on a fixé la position du parallèle terrestre qu'on développe; il n'est question que de donner aux degrés de longitude, sur ce parallèle, la grandeur qu'ils doivent avoir par rapport à celle qu'on assigne au degré de latitude.

La ligne HG, *fig.* 43, étant supposée parallèle à l'axe CP et égale au développement de l'arc BF, sera le méridien de la carte destinée à représenter la zone comprise

(1) *Marin. Tyr.* Ap. Ptolém. I, 20. Comp. *Gossellin*, Recherches sur la Géographie des Grecs, II, 33 *sqq.* I, 46-50, etc., etc.

(2) *Textor*, dans *Zach*, Correspondance, XVIII, 190.

entre les parallèles des points B et F. Le développement du parallèle moyen, dont le rayon est E*e*, donnera les degrés de longitude. On voit par cette figure le défaut de la carte sur les parallèles extrêmes, puisque le rayon G *g* est plus petit que B *b*, et le rayon H*h* plus grand que F*f*.

Ces cartes ne peuvent convenir qu'à de très-petites parties du globe ; les moins défectueuses sont celles qui représentent les régions voisines de l'équateur, parce qu'à peu de distance de ce cercle, les cosinus de latitude ne varient pas beaucoup. D'Anville s'en est encore servi dans un cas semblable (1), mais ce cas est presqu'unique.

Pierre Nunnez ou *Nonnius*, remarqua, vers le milieu du XVIe siècle, les défauts des cartes plates. *Mercator* qui venait d'introduire la projection stéréographique pour les mappemondes, considéra que les marins n'emploient pas la carte pour connaître la figure des pays, mais seulement pour y tracer exactement, d'après sa longueur et sa direction, le chemin qu'ils ont fait, et pour déterminer la distance où ils sont des divers points des côtes, et la direction qu'ils doivent tenir pour y arriver ou pour les éviter; il imagina d'après ce principe, en 1550, la projection des *cartes réduites*, qui satisfait parfaitement à ces conditions, et dont les anglais Wright, Gregory, Halley et autres, ont trouvé long-temps après la théorie mathématique (2). Les méridiens y sont des lignes droites parallèles équidistantes, et coupées à angle droit par les parallèles à l'équateur; mais les intervalles qui séparent ceux-ci, croissent à mesure qu'on s'avance vers les pôles, dans un rapport précisément inverse de celui que suit sur le globe la diminution des degrés de longitude, *fig.* 44. Il résulte de là que les distances en longitude, mesurées sur chaque parallèle, ont, par rapport aux distances en latitude correspondantes, la même relation que sur le globe.

(1) *Carte de Guinée*, 1776. *D'Anville*, Considér. sur la Géog., p. 30.
(2) *Mollweide*, dans *Zach*, Correspondance, XIV, 490.

Le tracé de ces cartes n'a d'autre difficulté que la construction de l'échelle des latitudes, pour laquelle on a depuis long-temps des tables calculées avec beaucoup de soin, et même en ayant égard à l'aplatissement de la terre. Elles portent le nom de tables des *latitudes croissantes*, à cause de l'augmentation qu'éprouve dans ces tables la longueur de chaque degré de latitude, à mesure qu'il approche du pôle. Comme les principes d'après lesquels ces tables sont construites, ne peuvent être expliqués rigoureusement qu'à l'aide du calcul intégral, nous nous bornerons à une observation sur la nature des cartes réduites. Il est évident qu'on ne doit y chercher, ni les rapports d'étendue des pays, ni l'exacte image de leur configuration; car cette projection augmente considérablement les régions qui sont placées vers les pôles, quoique d'ailleurs elle partage avec la *projection stéréographique* la propriété de conserver aux portions infiniment petites du globe, leur similitude; mais ces défauts n'ont aucun inconvénient pour des cartes, qu'on ne doit regarder que comme des instrumens destinés à résoudre graphiquement les principales questions du pilotage; ce qu'elles font avec la plus grande exactitude et la plus grande facilité, moyennant des procédés géométriques ou des calculs, enseignés dans les traités de navigation.

Il nous reste encore à faire connaître diverses méthodes pour tracer les cartes, méthodes qui n'ont point pour base le développement d'une figure, mais seulement des calculs de proportion.

La plus remarquable projection de ce genre est celle qu'a inventée le célèbre géomètre Lambert (1), et qu'un auteur italien a depuis examinée de nouveau (2). Cette projection a pour condition principale de représenter par

(1) *Lambert*, Mémoires sur l'usage des mathématiques, vol. III, observations sur les cartes, § 99. *Mayer*, Introduction, etc., § 52, en all.

(2) *De Lorgna*, Principi di Geografia, etc., Véronne, 1789.

des espaces égaux les régions d'égale étendue. Pour construire la carte d'un hémisphère, on le conçoit partagé en demi-fuseaux par des plans menés par son axe; et sur le centre du grand cercle perpendiculaire à cet axe, on en décrit un autre dont l'aire soit équivalente à celle de l'hémisphère. Il est aisé de voir que chaque demi-fuseau sera représenté sur le cercle dont il s'agit, par un secteur dont l'angle sera égal à celui que forment les deux plans que comprend le fuseau. C'est ce que montre la *figure* 45, dans laquelle P représente le pôle; ABD, le plan de l'équateur; APB, un demi-fuseau compris entre deux méridiens et l'équateur: le cercle A'B'D' est celui dont l'aire est égale à celle de l'hémisphère PABDE. On découvre aussi sans peine que le rayon A'C doit en général être égal à la corde AP de l'arc du méridien compris entre le pôle et le plan qui termine la calotte sphérique qu'on veut représenter.

Dans la projection polaire, tracée d'après ce principe, les méridiens sont les rayons du cercle qui termine la carte; les parallèles sont des cercles concentriques à ce premier, décrits d'un rayon égal à la corde du complément de la latitude; les quadrilatères formés par les méridiens et les parallèles qui terminent une zone, sont égaux et rectangles, comme sur la sphère; et par cette raison, la configuration des pays n'est pas très-altérée. Les distances ne se mesurent pas immédiatement par la droite qui joint les deux points que l'on compare, mais elle n'en diffère pas beaucoup, et sa valeur exacte peut s'en déduire assez facilement. Cette projection est encore très-facile à décrire, lorsqu'il s'agit des hémisphères terminés par l'équateur; mais le tracé se complique lorsqu'il s'agit des hémisphères terminés par l'horizon, parce qu'il faut alors substituer aux méridiens et aux parallèles les cercles *azimutaux* et les *almicantarats* (ou parallèles à l'horizon) du lieu pris pour centre de la carte, cercles auxquels on ne-

peut rapporter les longitudes et les latitudes que par une construction ou un calcul particulier.

Les inconvéniens paraissent moindres dans la projection des hémisphères terminés par le méridien. Un géomètre allemand (1) en a donné une analyse, de laquelle il résultait le procédé graphique suivant. On tracera un cercle avec le rayon AC, *figure* 46; on le coupera par les lignes AD et BE, l'une représentant l'équateur, l'autre le méridien du milieu de la carte. On marquera les cordes représentant les parallèles en divisant les demi-diamètres BC et EC chacun d'après l'échelle suivante, le rayon AC étant pris pour unité.

Latitude	10°	— 0,13681	Latitude	60°	— 0,76239
———	20	— 0,27201	———	70	— 0,86191
———	30	— 0,40397	———	80	— 0,94539
———	40	— 0,53094	———	90	— 2,00000
———	50	— 0,65116			

Enfin, on partagera tant l'équateur que les parallèles en parties égales, et on fera passer par les points de division correspondans des ellipses représentant les méridiens. Cette projection offre quelques ressemblances avec l'orthographique; mais, plus facile à tracer, elle défigure infiniment moins les pays, et elle donne les espaces dans les justes proportions.

On peut considérer comme une altération arbitraire de cette projection proportionnelle la méthode dont Vaugondy attribue l'idée à G. Delisle (2), mais qui se trouve déjà indiquée dans des auteurs plus anciens (3). Elle consiste à diviser le méridien principal, l'équateur et la circonférence de la carte en parties égales, et ensuite de faire passer par

(1) *Mollweide*, dans *Zach*, Correspondance, XII, 160. Voyez les *Annales des Voyages*, vol. XIII.

(2) *R. Vaugondy*, Institutions géographiques, 324. *Puissant*, Topographie, 133. — (3) *Fournier*, Hydrographie, liv. XIV, ch. xxx.

les points de division des courbes représentant les méridiens et les parallèles. Les mappemondes d'Arrowsmith sont tracées d'après cette méthode qui n'a rien de recommandable (1).

(1) Les parallèles et les méridiens sur les mappemondes et les cartes géographiques se tracent au moyen d'un compas à verge, lorsque les courbes n'ont pas un rayon considérable; mais quand ces courbes ne peuvent être déterminées que par des points, on se sert ordinairement d'une règle élastique, moyen qui exige beaucoup de soin et d'attention. Bion, dans son *Traité de la construction des instrumens de mathématiques*, donne la description d'un compas à ellipses, mais c'est un instrument peu commode, parce qu'il est d'une grande dimension. Robert Vaugondy, dans ses *Institutions géographiques*, décrit une règle mobile dont l'usage est assez commode, mais avec laquelle cependant on décrit plutôt des paraboles que des cercles. En 1825, M. de Derfelden a communiqué à la Société de géographie un instrument de son invention, dont l'usage est beaucoup plus commode, puisqu'il peut servir à tracer l'arc le plus prononcé, comme la courbe la moins sensible. C'est une *règle mobile* qui, pour être d'un usage plus général, doit avoir au moins 2 mètres de longueur. Elle se compose de cinq parties (*figure* 47). A est une règle pliante ou mobile de 8 millimètres d'épaisseur, et de 2 de hauteur; BB est une règle droite, dans laquelle glisse la règle mobile par ses extrémités aux ouvertures FG. CDE sont trois règles attachées à la règle mobile, avançant ou reculant avec elle selon qu'on la fixe au moyen des vis LMN sur les ouvertures *h i k*. Les nos 1, 2, 3, etc., sont les clous qui servent à fixer la règle pliante pour la courbe que l'on veut décrire elliptique ou autrement. « L'utilité que l'on peut retirer de cet instrument, dit M. de Derfelden, consiste en ce que, par exemple, une mappemonde, quelle que soit sa grandeur, ayant été divisée stéréographiquement, orthographiquement ou sphériquement sur sa circonférence, sur son équateur ou sur son méridien, l'auteur n'aura plus besoin de perdre son temps à chercher ou calculer le point, souvent très-éloigné, qui fait le centre des parallèles ou méridiens, et ce centre fixé, à décrire péniblement et longuement la courbe désirée. Il suffira, au moyen de la règle pliante, de l'appuyer, quant aux méridiens, *sur les deux pôles et le point* par où tel méridien doit passer sur *l'équateur;* et pour les parallèles, de fixer la règle sur le point du méridien central et sur ceux de la circonférence. Par ce moyen, on trouve en un clin d'œil, et aussi vite qu'on décrirait une droite avec la règle ordinaire, le même parallèle du méridien, qui arrête bien plus long-temps le géographe s'il le décrit par points ou avec un compas à verge; par cette dernière méthode, on est forcé de tracer les lignes au crayon, tandis qu'avec la nouvelle on peut *sur-le-champ les tracer à l'encre*. » J. H.

Les opérations des Cassini pour déterminer la figure de la terre, par la mesure des degrés du méridien et des parallèles, ont fait naître une espèce de projection très-importante, puisque c'est celle de la grande carte de France, le plus beau travail géographique qu'on ait exécuté jusqu'ici (1).

Lorsqu'on entreprit de mesurer un degré de longitude, on reconnut la difficulté qu'il y avait à tracer exactement sur la terre un parallèle à l'équateur. En effet, si, par un alignement dirigé au moyen de piquets verticaux, et perpendiculaire au méridien d'un lieu, on détermine une suite de points, il est évident qu'en supposant la terre sphérique ils appartiendront au grand cercle que détermine le plan vertical, mené perpendiculairement au méridien dont il s'agit, et qui, sur la terre, répond au cercle céleste que l'on nomme *premier vertical*. Le parallèle se sépare bientôt de ce cercle qu'il ne fait que toucher au point où il coupe le méridien. Dans un sphéroïde, la courbe perpendiculaire au méridien est à double courbure, et la recherche de ses propriétés a occupé plusieurs géomètres (2).

Le méridien et ses perpendiculaires étant les lignes qui se tracent le plus facilement par les opérations astronomiques et géodésiques, c'est au méridien de l'Observatoire de Paris et à ses perpendiculaires, qu'on rapporte immédiatement les points de la carte de France; leurs latitudes et leurs longitudes n'ont été conclues qu'*à posteriori* et par le calcul (3).

Pour se former une idée de la manière dont cette projection représente les espaces terrestres, il faut observer que les grands cercles perpendiculaires au méridien (en-

(1) *Cassini*, Académie des sciences, 1745.

(2) Mémoires de l'Académie des sciences, année 1733.

(3) *Du Séjour*, Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes, t. II, et la Description géométrique de la France, par *Cassini*.

supposant la terre sphérique) se coupent tous aux pôles de ce méridien, et convergent par conséquent les uns vers les autres; tandis que sur la carte, où le même méridien est une ligne droite, ils deviennent parallèles entr'eux. Il résulte de là que les portions déterminées par deux cercles perpendiculaires au méridien, sont représentées par des rectangles de même longueur, mais plus larges vers les extrémités. Ainsi leurs distances et leurs aires ne peuvent être mesurées immédiatement sur la carte de France, que par approximation; et quoique l'étendue en longitude ne soit pas assez considérable pour que la convergence des perpendiculaires au méridien entraîne une erreur importante (1), il faut être sobre dans l'emploi de cette projection, qui n'est excellente que pour la réunion immédiate des levées trigonométriques. Plusieurs géomètres allemands ont calculé des formules et des tables pour en rendre l'usage plus sûr et pour en corriger les erreurs (2).

C'est aux développemens arbitraires du globe qu'il faut rapporter la construction des *fuseaux*, qu'on trace sur le papier, pour recouvrir les globes qui ne sont pas fort grands. On partage en douze ou en dix-huit parties, selon la grandeur de son diamètre, la surface du globe, en menant des méridiens de 30 en 30° ou de 20 en 20°. L'espace compris entre deux de ces méridiens ayant très-peu de courbure dans le sens de sa largeur, peut être regardé comme faisant partie d'une surface cylindrique, circonscrite à la sphère, suivant le méridien qui le divise en deux parties égales. On développe ce méridien, et, en portant perpendiculairement (comme des ordonnées) de chaque côté, les demi-largeurs des portions de parallèles

(1) Elles vont dans les extrémités de la France de Cassini, à 150 toises sur 40,000. *Barbié du Bocage*, Mém. topographique du Dépôt de la guerre, I, 23. — (2) *Zach*, Correspondance.

comprises entre les méridiens qui terminent le fuseau, on obtient la forme de celui-ci. Quelquefois on le tronque par les deux extrémités à 15 ou 20 degrés des pôles, et l'on trace à part ces deux zones ou calottes sphériques, en les considérant comme si elles étaient plates. Ce procédé n'est qu'un mécanisme approximatif, qui facilite la fabrication des globes et qui ne mérite pas que nous en disions davantage. Exprimons seulement le vœu de voir quelque mécanicien habile inventer des moyens propres à donner à la gravure des globes plus d'exactitude, en leur conservant l'avantage de la multiplication des exemplaires.

LIVRE TRENTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Continuation et fin de la Théorie des Cartes géographiques. — Du choix et de la réunion des Détails.

En vain la géométrie nous aurait-elle enseigné tant et de si ingénieuses méthodes de tracer les cartes, d'une manière conforme aux besoins de la géographie, si nous n'avions à insérer, dans ces tableaux du globe, que des images incomplètes des diverses contrées. Toutes nos projections ne seraient alors que ce que sont les règles de la perspective pour un peintre d'enseignes. C'est la nouveauté, l'exactitude et la richesse des détails, qui font distinguer une carte savante de ces informes esquisses, dont l'avidité confie la fabrication à l'ignorance. Il faut donc, pour composer une bonne carte, savoir choisir et réunir les détails qui doivent en faire le mérite.

Le premier objet des méditations du géographe dessinateur, est de déterminer le genre et le but de sa carte. Est-elle *générale?* embrasse-t-elle une vaste portion du monde? il choisit un grand format, et emploie une projection qui altère peu les configurations, comme les diverses projections coniques modifiées. Veut-il construire une *mappemonde* destinée à des études de géographie astronomique? il se sert de la projection stéréographique horizontale. Sa mappemonde doit-elle s'appliquer à la géographie physique? il préfère de la développer sur un seul méridien, en mettant le nouveau continent à droite pour ne pas interrompre l'enchaînement des continens. Dans les cartes *spéciales* où l'on retrace un empire ou une province, le choix de la projection paraît plus indifférent, parce que

les défauts de toutes les méthodes s'affaiblissent quand la carte n'embrasse qu'une petite portion de la surface du globe; cependant, il y a des avantages et des inconvéniens qui découlent de la nature des projections, et que nous avons indiqués dans le Livre précédent; il y a aussi telle projection qui, par rapport au format, oblige le géographe à faire entrer dans sa carte plus de pays étrangers à son objet principal que telle autre : or, il est essentiel d'éviter ces projections, parce qu'elles diminuent l'*échelle* de la carte, c'est-à-dire la proportion entre l'image et l'objet représenté. Les marins qui *pointent* leur route sur les cartes, disent, au lieu de grande et petite échelle, *grand* et *petit point*, expression qui ne s'applique proprement qu'aux cartes réduites.

L'impossibilité de faire entrer sur une carte, même de très-grande dimension, tous les détails relatifs à la topographie, nécessite un choix parmi ces détails, choix qu'il est impossible d'assujettir à des règles générales. Telle carte est destinée à faire connaître les limites politiques des Etats, et la circonscription des provinces avec leurs chefs-lieux; telle autre est consacrée à retracer les chaînes des montagnes et l'embranchement des rivières; ces deux classes admettent encore des subdivisions. Une carte *militaire* n'est au fond qu'une topographie parfaite et détaillée; le guerrier doit y trouver chaque route sur laquelle il peut avancer, soit muni de son artillerie, soit à pied et armé seulement de son fusil; chaque gué qui lui permet de franchir une rivière, chaque défilé par lequel il peut tourner la position d'un ennemi moins instruit ou moins vigilant; en un mot, ces cartes doivent lui présenter toutes les localités qui peuvent influer sur ses opérations : aussi, le nombre des bonnes cartes militaires est-il très-circonscrit. C'est en grande partie à l'excellence de celles qu'a fournies le *Dépôt de la guerre* que les armées françaises doivent leurs

succès. Un savant géomètre, très-versé dans l'art de la guerre(1), avait fait une liste des généraux français, dans laquelle il appréciait leurs talens; on y lisait souvent à côté des noms les plus illustres, cette note : *Il connaît bien la carte.* L'importance des études géographiques pour les chefs d'armée, avait déjà été sentie par les anciens, et les Romains n'ignoraient point que « les localités influaient » souvent plus sur le succès, que la bravoure et le nom- » bre(2). »

Les autres états de la société ont également besoin de cartes spécialement consacrées à un but particulier; celles des eaux et forêts, par exemple, devraient toujours servir de fanal à une sage administration, et sous ce rapport, les États d'Allemagne ont jusqu'ici eu des avantages sur la France. Ce que la carte militaire est pour les terres, les cartes *nautiques* le sont pour les mers; elles intéressent même le géographe-physicien en ce qu'elles représentent, quoique bien imparfaitement, les inégalités du fond de ces bassins, couverts d'eau, qui occupent une si vaste portion du globe. Les rochers, les brisans, les bancs de sable, dont la mer est parsemée, sont des montagnes et des collines sous-marines, et leur connaissance complète jetterait un grand jour sur la géographie des montagnes terrestres. Malheureusement, la nature semble nous interdire l'espoir d'achever jamais cette partie de la géographie. « Les navi- » gateurs, dit un célèbre marin(3), ne peuvent répondre » que des routes qu'ils ont faites ou des sondes qu'ils ont » prises, et il est possible qu'avec de belles mers, ils aient » passé *à côté* des bancs ou des battures qui ne brisaient » point (c'est-à-dire dont l'écume des flots brisés ne trahis- » sait point l'existence). » Les cartes de rivières offrent en

(1) M. *Carnot*. Comp. *Zach*, Corresp. astronom., I, 520.
(2) *Veget.*, Re. milit. III, c. 26.
(3) *La Pérouse*, Voyage, II, ch. 11, pag. 54.

détail toutes les branches d'un fleuve et toutes les circonstances de son cours. Elles sont comprises avec les cartes nautiques, sous l'appellation générale d'*hydrographiques*.

Il y a encore des cartes de botanique, de minéralogie, de géologie, de zoologie même, dont le but est de montrer la distribution géographique des productions de la nature (1); il y en a que leurs auteurs décorent du nom d'*historiques*, et qui doivent montrer les migrations des peuples et les changemens de souveraineté (2); enfin, il y a peu d'objets dont on n'ait tenté de réduire les rapports de localité en forme de cartes. Mais la composition de ces sortes de tables ne saurait être soumise à d'autres règles constantes que celles qui résultent des sciences étrangères à la géographie.

Toutes les cartes ne peuvent pas être destinées à faire avancer les connaissances par la publication de détails nouveaux ou plus exacts que ceux des cartes précédentes. L'instruction publique réclame des *cartes élémentaires*, dont le mérite consiste à rendre d'une manière fidèle et complète les vérités déjà connues et dans lesquelles il serait à désirer qu'on adoptât un système de gravure moins élégant et moins dispendieux que celui qu'exige le goût raffiné du public français. L'essentiel dans un *atlas élémentaire*, ce n'est pas d'étaler en grand format des cartes très-complètes et d'une exactitude minutieuse; c'est plutôt d'offrir, dans une série de petites cartes très-nombreuses, l'ensemble des principes de la science. Les fraudes scandaleuses dont le public français a été la dupe dans ce genre, forment un chapitre trop honteux de l'histoire de la géographie pour qu'il soit digne de notre plume de le retracer.

Après avoir mûrement réfléchi sur le but qu'il se pro-

(1) *Ritter*, Cartes physiques de l'Europe. — (2) L'*Atlas historique*, par M. *Kruse*, en allemand, est le meilleur ouvrage dans ce genre.

pose, le géographe-dessinateur s'occupe de la réunion des détails qui doivent remplir sa carte.

Ici les bonnes observations astronomiques tiennent, sans contredit, le premier rang; mais qu'il est difficile de juger si une observation est bonne! Combien de changemens mal à propos introduits dans la géographie par l'emploi inconsidéré des longitudes mal observées ou mal calculées! surtout combien d'erreurs dues à l'usage peu soigneux du chronomètre! Nous avons indiqué les diverses méthodes par lesquelles l'astronomie concourt à fixer les positions géographiques des lieux terrestres (1); mais la valeur d'une observation ne dépend pas uniquement de la bonté de la méthode: il faut, pour l'apprécier, en connaître tous les procédés, toutes les circonstances, et soumettre ces détails à une critique minutieuse et à des calculs soignés; en un mot, il faut imiter l'exemple d'un Oltmanns dans ses recherches sur les observations de M. de Humboldt. C'est en étudiant l'ouvrage de ce géomètre (2), que les géographes peuvent apprendre toutes les règles d'une saine critique à l'égard des données astronomiques. Le vrai géographe doit presque être astronome. Ainsi, nous retrouvons partout ce lien fraternel qui unit toutes les sciences en les rendant nécessaires les unes aux autres.

La seconde et la plus riche source où les géographes puisent les détails de leurs cartes, c'est la triangulation géodésique, opération dont nous avons donné une idée en parlant de la mesure de la terre par Picard (3).

Quand on possède un certain nombre de positions, fixées par des observations astronomiques et des mesures trigonométriques, il est facile de rattacher à ces points fixes les plans particuliers levés sur le terrain, et qui en font connaître en détail les localités. Ce n'est pas ici le lieu d'ex-

(1) Ci-dessus, *Liv.* XXV. — (2) Voyage de Humboldt, partie astronomique. — (3) Ci-dessus, *Liv.* XXVI.

poser les méthodes qu'on emploie pour lever les plans sur le terrain; elles appartiennent à la géodésie et à l'arpentage. Nous nous contenterons d'indiquer comment on réunit en un seul plan topographique plusieurs de ces opérations, qu'on nomme *levés* (1).

Pour que deux plans particuliers se lient ou se rattachent, il faut qu'ils aient deux points communs, ou qu'une ligne de l'un puisse s'appliquer sur une ligne de même dénomination dans l'autre. Alors, en tirant dans la feuille destinée à former le plan topographique, cette *ligne directrice*, de manière qu'il y ait de chaque côté un espace propre à comprendre ce qu'on doit y tracer, il n'y a plus qu'à combiner par des triangles, soit avec les points de cette ligne, communs aux deux plans qu'on veut réunir, soit avec les points qui seront placés après, tous ceux que comprend chaque plan; en construisant des triangles égaux et semblablement situés à l'égard de la ligne directrice sur le plan topographique, on y rapportera sans peine les deux plans particuliers. S'il doit y avoir réduction, comme cela arrive presque toujours, il faut faire les triangles du plan topographique semblables à ceux qui sont formés sur les feuilles des levés, mais de manière que les côtés des premiers soient à ceux des seconds dans le rapport qu'exige la réduction à faire.

Lorsque les feuilles des levés sont *orientées*, c'est-à-dire lorsque dans chaque feuille on a marqué la méridienne, soit vraie, soit magnétique, on rapporte les points de chaque feuille à la méridienne et à une perpendiculaire menée sur cette ligne par un point commun à deux feuilles contiguës. On mesure les distances de tous les points à chacune de ces droites, parallèlement à l'autre; et soit en conservant ces distances telles qu'on les a trouvées, soit en les réduisant dans le rapport demandé, on les porte sur la

(1) *Lacroix*, Introduction à la géographie mathématique, §§ 79, 80.

méridienne et la perpendiculaire menées dans le plan topographique, pour représenter celles qui sont communes aux feuilles que l'on assemble. C'est de ces principes que dérive le mécanisme de réduction connu sous le nom du *treillis*, mécanisme très-commode pour la construction des détails des cartes. On divise les feuilles qu'on se propose de réunir, en carreaux, par des lignes parallèles et perpendiculaires à celle qui est commune à ces feuilles; plus on multiplie ces carreaux et mieux on s'aperçoit de la place qu'occupent dans chaque carreau les points et les contours qui y sont contenus, plus aussi on a de facilité à les inscrire d'après un ordre semblable dans les carreaux correspondans, qu'on a tracés sur le plan de réduction ou d'assemblage. La *figure* 48 représente cette opération. Les feuilles ABCD, EFGH, ayant pour lignes communes les droites CD et EF, sont partagées en carreaux, dont les côtés sont parallèles et perpendiculaires à ces droites; le plan d'assemblage *abfe* est divisé de la même manière, par rapport à la ligne *cd*, qui représente la droite commune; mais les côtés de chaque carreau sont les moitiés de ceux des feuilles ABCD, EFGH, de sorte que les objets marqués sur ces feuilles se trouvent réduits sur le plan d'assemblage à des dimensions moitié moindres, et à un espace qui n'est que le quart de celui qu'ils remplissaient d'abord. Pour reproduire le dessin tracé sur chacune des feuilles primitives, ou l'on peut imiter à vue, dans les carreaux du plan *abfe*, ce que contiennent les carreaux correspondans des feuilles ABCD, EFGH, ou bien, pour plus d'exactitude, on prend des *repères* sur chacun des côtés de ceux-ci, qu'on transporte sur les autres. Quand on veut conserver nets et intacts les dessins que l'on copie, on pose dessus une glace bien aplanie, et d'une transparence bien égale, sur laquelle sont tracés des carreaux avec le diamant du vitrier, et on fait ensuite coïncider deux lignes perpendiculaires entr'elles sur celles qui

doivent servir à la réunion des feuilles qu'on assemble, ou sur les points qui les déterminent.

Après avoir ainsi formé les plans topographiques, par la réunion des *levés* de détail, on en compose des cartes chorographiques, non seulement en assemblant les plans, mais encore en les assujettissant à la projection que l'on a adoptée. A cet effet, on trace sur ces plans les méridiens et les parallèles en lignes droites respectivement parallèles et perpendiculaires, comme le sont ces cercles, lorsqu'on n'en considère qu'une portion infiniment petite. On décrit aussi les quadrilatères correspondans sur le cadre de la carte qu'on se propose de construire, mais conformément aux lois de la projection adoptée; il n'y a plus alors qu'à dessiner dans ces quadrilatères, ce qui est contenu dans les carreaux compris entre les méridiens et les parallèles des plans topographiques. Si on veut atteindre à une extrême précision, on prend, par rapport aux côtés des carreaux, les distances des principaux points qui y sont renfermés; on convertit ces distances en subdivisions des degrés de latitude et de longitude, et on en prend ensuite de semblables, à partir du parallèle et du méridien contigus aux quadrilatères correspondans sur la carte.

Deux circonstances peuvent arrêter le géographe dans cette opération. Il peut arriver que le plan topographique ne soit point orienté, ou que l'étant par la direction de l'aiguille aimantée, on ne sache pas quelle était la variation de la boussole dans le temps qu'on a levé et réduit ce plan, ou bien dans le lieu où l'on a opéré. Cet élément peut être suppléé lorsque le plan contient deux points dont la position respective est connue, puisqu'en joignant ces deux points par une droite, on a l'angle que fait cette droite avec la méridienne, et on peut par conséquent en fixer la place, par rapport à la méridienne, ou construire, au moyen de l'angle donné, la méridienne du plan. On dé-

termine aussi par un moyen semblable, l'échelle d'une carte topographique qui en manque; car, connaissant la distance de deux points de cette carte, on n'a qu'à diviser en parties proportionnelles aux mesures itinéraires contenues dans cette distance, la droite qui joint ces deux points: elle devient l'échelle de la carte, et fait connaître la distance mutuelle de tous les autres points.

Les cartes chorographiques sont réduites en cartes générales par un procédé analogue à celui par lequel on réunit les topographies en des cartes chorographiques : on transporte dans les quadrilatères formés par les méridiens et les parallèles de la carte générale, ce qui est contenu dans les quadrilatères correspondans des cartes chorographiques que l'on veut assembler. Mais c'est ici que se découvre la nécessité de la *critique géographique;* c'est ici que le dessinateur, abandonnant l'humble rôle de copiste, doit, par du savoir, par des recherches, et surtout par une grande sagacité, suppléer aux imperfections des données topographiques. Tantôt ce sont des erreurs à corriger, tantôt des lacunes à remplir; le plus souvent, ces deux inconvéniens se combinent.

Il peut arriver que dans les morceaux topographiques employés à la construction des cartes chorographiques, il y ait des erreurs communes à tous les points de la carte, comme des distances trop petites ou trop grandes dans le même sens, et que ces erreurs ayant été accumulées sur les cartes chorographiques et ensuite sur la carte générale, les grands espaces qu'elle représente, se trouvent alors, ou considérablement resserrés, ou considérablement alongés, sans même que le géographe puisse s'en apercevoir. Mais s'il a eu soin de placer sur sa carte générale, indépendamment des données topographiques, un certain nombre de points dont les latitudes et les longitudes sont connues par des observations astronomiques, ces points

déterminent sur la carte des espaces dans lesquels doivent nécessairement s'enchâsser les points et les détails intermédiaires; et si cela n'a pas lieu, l'excès ou le défaut qu'on trouve, étant dû aux erreurs des diverses cartes assemblées, se répartit entre tous les points de chacune, et devient par ce moyen presqu'insensible, à moins qu'on n'ait découvert quelque raison d'attribuer cette inexactitude à certains points particuliers, auxquels on fait alors supporter toute la correction indiquée par les observations astronomiques.

Le géographe n'est malheureusement que trop souvent dépourvu d'observations astronomiques et de levés trigonométriques; il n'y a que peu de pays, la France, par exemple, le Danemark, la Hollande et la Hongrie, qui soient levés trigonométriquement dans toute leur étendue; il y a encore des provinces européennes où les astronomes n'ont pas pénétré. La géographie est donc obligée d'avoir recours aux *distances itinéraires*, toujours très-difficiles à évaluer d'une manière rigoureuse, même quand on connaît exactement la valeur des mesures dans lesquelles elles ont été calculées. Cette connaissance est encore très-peu avancée, soit à cause du nombre immense des mesures à comparer, soit à cause des variations auxquelles elles sont soumises, soit enfin, à l'égard de beaucoup de mesures anciennes, parce qu'il nous en manque des modules authentiques (1).

Nous avons déjà vu (2) qu'il y a diverses opinions sur la manière d'évaluer les *stades* des anciens, et qu'il est encore douteux si l'on doit les considérer comme des modules astronomiques ou comme des mesures locales. Dans la

(1) Traité des mesures itinéraires des anciens, par *d'Anville*. Observations, etc., par *Gossellin*, en avant de la traduction française de *Strabon*. Traité des mesures, par *Romé de l'Isle*. Métrologie constitutionnelle, par *Paucton*. Traité des monnaies, des mesures, etc., par *Gérard Kruse*, en allemand. Voyez les *Tables* à la fin de ce volume.

(2) Vol. I, p. 103-110.

première supposition, nous rencontrons dans les anciens un passage sur trois qui ne se laisse plier à cette explication systématique qu'à force de corrections violentes (1), ou par l'admission d'un mélange peu vraisemblable de différens stades; dans la seconde hypothèse qui nous paraît préférable, on manque d'un principe clair d'où l'on puisse partir; on marche sur la bonne route, mais entouré d'une nuit profonde. Au reste, ces obscurités valent mieux que les fausses clartés d'une hypothèse, dénuée de preuves; d'ailleurs, les doutes qui enveloppent la métrologie ancienne, peuvent-ils nous étonner quand nous savons que même les mesures modernes présentent des cas où il est difficile de les réduire? Sans doute, on connaît exactement les rapports des mesures le plus généralement usitées dans les capitales, et citées dans les ouvrages des savans; on sait, par exemple, ce que valent le mille anglais et le mille nautique, le degré du méridien contenant 69,2 des premiers et 60 des seconds; on sait aussi que le pied anglais étant égal à 0,9384 du pied français, vaut 11 pouces 3 lignes, 1, et que la verge usitée en Angleterre pour mesurer les petites distances, vaut 3 pieds anglais; on en conclut, par conséquent, que la verge représente 33 pouces 9 lignes, 3 de France. De semblables réductions donnent le moyen de convertir les unes dans les autres, les mesures généralement en usage dans les grands Etats; mais il y a en outre, dans les provinces, des mesures locales peu connues, et à l'égard desquelles il faut faire des recherches multipliées pour obtenir leur rapport avec les autres, soit en comparant leurs composans aux unités les mieux fixées, soit en partant de quelque distance évaluée en mesure locale, et connue en mesures géographiques. En France, par exemple, rien ne variait autrefois plus que la grandeur de la lieue d'une province à une autre; la perche même qui

(1) Voyez les notes de la traduction française de *Strabon*.

sert à l'arpentage, avait tantôt 22 pieds, tantôt 18 seulement. Le nouveau système métrique prévient pour l'avenir une semblable confusion.

Lorsqu'on connaît la valeur des mesures dans lesquelles un itinéraire est conçu, on marque la direction de la route d'après les aires du compas ou les rumbs de vent. Quand on a la longueur et la direction d'une route partant d'un point dont la position est donnée, on trouve bien aisément celle du point où cette route se termine. D'abord, lorsque la route n'est pas considérable, on peut, dans l'espace qu'elle traverse, négliger la courbure de la terre, c'est-à-dire regarder les méridiens comme parallèles entre eux, et par conséquent les rumbs de vent comme des lignes droites. Pour construire cette route sur une carte plate, il suffit alors de tirer par le *point de départ*, une ligne qui fasse avec la méridienne de ce point, un angle égal à celui que donne le rumb de vent qui a été suivi, et de porter sur cette ligne un nombre de parties de l'échelle égal à celui des mesures itinéraires parcourues : le point où se termineront ces parties, sera le *point d'arrivée*. On peut aussi substituer le calcul à la construction; si de l'extrémité de la route parcourue on abaisse sur la méridienne qui passe par l'autre extrémité, une perpendiculaire, il en résultera un triangle rectangle, dans lequel la partie de la méridienne interceptée entre le point de départ et la perpendiculaire menée du point d'arrivée, indiquera la distance de ces points, prise sur la ligne nord et sud, ou la différence de latitude exprimée en mesures itinéraires, qu'on réduira ensuite d'après leur valeur, en degrés du méridien; et la perpendiculaire exprimera la distance de ces mêmes points, prise sur la ligne est et ouest, qui se confond dans ce cas avec la différence de longitude exprimée en mesures itinéraires. Si l'on veut la convertir en degrés, il faut la diviser par le nombre de ces mesures que

doit contenir un degré du parallèle du point de départ, ou si l'on veut plus d'exactitude encore, par le nombre des mesures comprises dans un degré du parallèle qui tient le milieu entre celui du point de départ et celui du point d'arrivée. Toute cette opération revient à diviser le nombre des mesures itinéraires, par le cosinus de la latitude du parallèle moyen.

Il peut se présenter une seconde question, dans le cas où la direction de la route n'est pas connue ; on la remplace alors par la latitude du point d'arrivée. La construction sur la carte plate consiste, dans ce cas, à tirer par sa latitude le parallèle du point d'arrivée, à prendre sur l'échelle de la carte le nombre des mesures assignées à la distance parcourue, et à décrire avec cette distance comme rayon, et du point de départ comme centre, un cercle qui coupera dans le point d'arrivée, le parallèle tiré précédemment. Si nous voulons résoudre cette question par le calcul, il faut convertir en mesures itinéraires la différence de latitude entre le point d'arrivée et le point de départ; nous avons alors dans le triangle rectangle, formé par la méridienne du point de départ, la perpendiculaire abaissée du point d'arrivée, et la route, deux côtés connus, savoir, la longueur de la route ou l'hypothénuse, et la partie de la méridienne comprise entre le point de départ et la perpendiculaire du point d'arrivée : en calculant la longueur de cette perpendiculaire, on trouve la distance des points de départ et d'arrivée, prise sur la ligne *est* et *ouest*, d'où l'on conclut, comme ci-dessus, la différence de longitude.

Lorsque la route parcourue est d'une longueur considérable, il devient nécessaire d'avoir égard à la courbure de la terre; la construction des deux problèmes précédens demande, par rapport à la réduction des lieues parcourues dans le sens *est* et *ouest*, en degrés de longitude, l'emploi des tables des latitudes croissantes, tables qui contiennent

d'avance les résultats du calcul trigonométrique, par lequel le cas pourrait se résoudre (1). Pour la première question dans laquelle la direction de la route est connue, après

(1) Voici les principes de ce calcul. Observons que les rumbs coupent tous les méridiens sous le même angle; concevons ensuite la route parcourue divisée en parties assez petites pour pouvoir être regardées comme droites. Puis, que par les extrémités de toutes ces subdivisions, ou même des méridiens et des parallèles, on formera sur chacune de ces parties, prise pour hypothénuse, un triangle rectangle dans lequel les côtés de l'angle droit seront les différences de latitude et de longitude exprimées en mesures itinéraires. Qu'un de ces triangles soit représenté par celui qui est marqué ABC dans la *figure* 49, on aura par les principes de la trigonométrie rectiligne, AB : AC : : 1 : cos. BAC, d'où AC = AB cos. BAC. Mais l'angle BAC étant le même à l'égard de tous les méridiens que traverse sa route, la différence de latitude propre à chaque petit triangle comprendra le même facteur; et la somme de toutes ces différences composant la différence en latitude, des points de départ et d'arrivée, *sera égale* à la somme des portions de la route parcourue, ou *à la longueur totale de cette route, multipliée par le cosinus de l'angle que fait sa direction avec la méridienne*, comme dans le cas où l'on néglige la courbure de la terre. La réduction en degrés aura par conséquent lieu de la manière indiquée précédemment.

C'est au moyen de la différence en latitude AC que l'on peut maintenant calculer la différence en longitude correspondante à BC : on a pour cela la proportion

$$AC : BC :: 1 : \text{tang. } BAC,$$

de laquelle il résulte

$$BC = AC \text{ tang. } BAC.$$

Mais, pour connaître cette différence en parties de l'équateur, il faut observer que si on désigne par L la latitude du parallèle qui passe par le point A, on aura cette proportion

$$BC : \textit{à la partie correspondante de l'équateur}.$$
$$:: \cos. L : 1;$$

et par conséquent

$$\textit{la partie correspondante de l'équateur} = \frac{BC}{\cos. L}:$$

mettant au lieu BC sa valeur trouvée ci-dessus, il viendra

$$\textit{la différence en longitude} = \frac{AC}{\cos. L} \times \text{tang. } BAC.$$

La somme de toutes ces petites différences de longitude fournies par chaque partie de la route, s'obtiendra donc, en multipliant par le facteur constant tang. BAC, la somme de toutes les valeurs que reçoit le facteur

avoir obtenu comme ci-dessus, la latitude du point d'arrivée, on prendra dans la table des latitudes croissantes, la différence des nombres qui répondent à cette latitude et à celle du point de départ; on la multipliera par la tangente de l'angle correspondant au rumb de vent, et le résultat sera la différence de longitude exprimée en minutes de degré. Dans la seconde question, l'angle du rumb n'est pas donné, mais il peut se calculer par la différence de latitude, réduite en lieues, et par le chemin, qui sont alors les données; on conclut ensuite la différence de longitude, par la règle qu'on vient d'indiquer. Supposons, par exemple, qu'un vaisseau parti d'un point situé à 42° 3′ de latitude boréale, ait couru 252 lieues marines au *nord-est* $\frac{1}{4}$ *est :* on trouve d'abord que ce rumb fait avec le méridien du côté de l'est, un angle de 56° 15′, et on en conclut que la route répond, sur la ligne nord et sud, à 140 lieues, ce qui donne 7° de différence en latitude vers le nord. Cette différence étant de même dénomination que la latitude du point de départ, doit s'ajouter avec celle-ci pour obtenir

$\frac{AC}{\cos. L}$ qui change pour chaque portion de route.

Si on conçoit ces portions telles que la différence AC soit égale à 1′ du méridien ou de l'équateur, et qu'on observe que $\frac{1}{\cos. L} = \sec. L$, on changera l'expression ci-dessus en *la différence de longitude* $= 1' \times \sec. L. \tang. BAC$, et la somme des facteurs $1' \times \sec. L$ s'obtiendra en ajoutant toutes les sécantes de minute en minute, depuis la latitude du point de départ jusqu'à celle du point d'arrivée.

Ce procédé n'est qu'une approximation, puisque l'arc d'une minute n'est pas encore rigoureusement une ligne droite : on le rendrait plus exact en prenant les sécantes de 10″ en 10″, ou même de seconde en seconde; mais l'opération deviendrait excessivement longue, tandis que le calcul intégral fournit l'expression rigoureuse de cette somme, en supposant la différence totale de latitude, ou l'arc du méridien, partagé en un nombre infini de parties. On a, par ce moyen, calculé pour tous les arcs possibles, ces sommes qui ne sont autre chose que les *latitudes croissantes des cartes réduites*. Voyez les Traités de navigation de *Bezout*, de *Dubourguet*, etc.

celle du point d'arrivée, qui est par conséquent de 49° 3′. On cherche ensuite, dans une table de latitudes croissantes, le nombre qui répond à 49° 3′, savoir : 3386′ 7, puis celui qui répond à 42° 3′, et qui est 2785′ 8, et on en prend la différence = 600′ 9 ; on ajoute au logarithme de cette différence, celui de la tangente de 56° 15′, angle du rumb, et le résultat qui répond à 899′ ou à 14° 59′, est la différence de longitude vers l'est.

Ces règles ne peuvent conduire à des résultats exacts qu'autant qu'on les applique à des données exemptes d'erreur. Or, ce n'est pas toujours le cas, surtout pour la géographie ancienne, et même pour les voyages modernes jusqu'au seizième siècle. D'abord, la direction de la route, souvent mal observée par terre, l'est encore davantage sur mer. Si elle a été marquée d'après le lever du soleil, la diversité des saisons la rend souvent incertaine ; si elle est indiquée d'après la boussole, elle est souvent affectée de la variation de l'aiguille aimantée qu'on n'a pas toujours observée. Sur mer, il s'y mêle encore une autre cause d'erreur, c'est la *dérive*, ou l'angle que fait la véritable route que suit le navire, avec la direction de sa quille, lorsque recevant par le travers l'impulsion du vent, une partie de cette force tend à l'écarter de sa route, sur laquelle il est maintenu à peu près par l'action du gouvernail et par la grande résistance que le fluide oppose à ses côtés. Cet angle, assez difficile à déterminer, n'a été que rarement indiqué par les navigateurs des siècles précédens. La mesure du chemin parcouru, offre également de grandes incertitudes. Les anciens, le plus souvent, l'exprimaient par le nombre des journées de marche ou de navigation, et nous avons vu dans l'histoire des découvertes géographiques, combien il était difficile de fixer la valeur de ces journées, qui varient suivant les temps, les mesures locales, les régions parcourues, la manière de voyager, la forme et la

grandeur des navires. Même après la plus savante discussion de toutes ces circonstances, on n'obtient que des valeurs moyennes d'autant plus probables, qu'on a combiné plus de faits particuliers. Quelques géographes ont pensé qu'en étudiant la forme des sinuosités des routes, dans les pays coupés par des montagnes ou par des cours d'eaux considérables, et dans les pays de plaines, on pourrait arriver à des résultats généraux, sur l'augmentation que les détours occasionnés par ces obstacles, apportent dans la longueur des routes, et dont il faut par conséquent diminuer celles-ci, pour en conclure les distances sur un même alignement. Le géographe arabe *Al-Biruni* avait conclu que, dans l'orient, il fallait en général réduire les distances itinéraires d'un cinquième (1). *D'Anville* trouve au contraire qu'en Italie et en Egypte, et en général dans le monde connu des Romains, il faut seulement défalquer de ces distances un huitième (2). La nature même de la question rend évidemment impossible une solution générale.

Disons-en autant des discussions par lesquelles on a voulu fixer la valeur des journées de marche et de navigation. Quand Hérodote (3) fixe une journée de navigation, pendant le jour, à 700 stades, tandis que Scylax (4) n'en admet que 500, il peut être juste de ne voir dans cette différence, que le résultat de l'emploi des stades d'une valeur différente; celui de Scylax étant probablement très-rapproché des stades de 833 au degré, et celui d'Hérodote étant le stade égyptien de 1,111 au degré, ancienne mesure. Mais les géographes grecs nous ont eux-mêmes expressément appris que leurs journées de navigation variaient selon les lieux, les temps et les moyens employés (5). Les évaluations

(1) *Al-Biruni*, ap. *Edw. Bernards*, de Ponderib. et Mensuris.

(2) *D'Anville*, Considérations sur la Géographie, 44-47.

(3) *Hérod.* IV, 46. — (4) *Scylax*, Péripl., p. 30, ed. *Voss.*

(5) *Ptolémée*, Géog. I, c. g. *Marcian Heracl.*, p. 67c (tom. I, Geog. Minor.).

qu'on a faites de ces sortes de distances itinéraires maritimes (1), ne doivent donc être considérées que comme approximatives et nullement supérieures aux données qui résultent de la description physique et historique des contrées visitées.

Comment aussi pouvait-on se flatter de fixer la valeur des anciennes journées de navigation, quand il est notoire qu'on ne connaît qu'à peine celle des courses faites par des navigateurs plus rapprochés de notre siècle? Les moyens ordinaires pour évaluer les distances par mer, sont encore sujets à des incertitudes. L'estimation du chemin parcouru par un navire, exige la connaissance de l'effet des courans, qui agissent à la fois sur le vaisseau et sur le morceau de bois ou *bateau du loch*, que les marins jettent à la mer pour en faire un point fixe, et pour compter combien ils s'en éloignent dans un temps donné, ordinairement une demi-minute. Une corde divisée par des nœuds, dont la distance est la cent vingtième partie du mille nautique, parce que la demi-minute est la cent vingtième partie de l'heure, sert à mesurer ce mouvement; mais si le vaisseau et le *bateau* sont soumis à l'action du même courant, la distance à laquelle le vaisseau se trouve du loch, ne fait connaître que la vitesse relative du navire à l'égard du courant, et il reste encore à déterminer la vitesse que ce courant imprime en même temps au bateau du loch et au navire. C'est de là que proviennent en partie les différences souvent très-considérables, entre le lieu où les pilotes *s'estiment* suivant le calcul de leurs routes, et celui où le bâtiment est réellement parvenu. Par suite de ces erreurs, les terres découvertes par les Magellan, les Mendana, les Quiros, ont été si mal placées en longitude, que les géographes ont eu de la peine à les retrouver. On a promené pour ainsi dire dans près d'un quart de la circonférence du globe, les îles de *Salo-*

(1) Voyez les auteurs cités aux *Tables* de ce volume.

mon si remarquables par leur étendue et par la description circonstanciée que nous en a laissée Mendana, qui les a découvertes. Tous les navigateurs qui ont parcouru ces parages après lui, en commençant par Quiros qui l'y avait accompagné et qui le suivit immédiatement, ne purent rompre le charme qui semblait interdire aux humains l'accès d'une terre que l'imagination exaltée par les obstacles, revêtait des couleurs les plus éclatantes. Les esprits les plus calmes commençaient à révoquer en doute leur existence, lorsque Dalrymple et Fleurieu démontrèrent qu'elles devaient être identiques, soit avec la *Nouvelle-Bretagne* de Dampier, soit avec la *terre des Arsacides* et les îles adjacentes, visitées par MM. de Bougainville et de Surville. La latitude qu'on leur avait d'abord assignée se trouvait assez exacte; mais les courans qui ont lieu de l'est à l'ouest dans la mer du Sud, avaient augmenté de beaucoup le chemin fait par Mendana, sans que ce navigateur s'en fût aperçu : il ne s'estima qu'à 1500 lieues espagnoles ou environ 1700 lieues marines de France, des côtes du Pérou, lorsqu'il en était réellement à près de 2400 lieues.

Les navigations autour du globe, surtout les plus récentes, pendant lesquelles l'observation fréquente des longitudes a permis de comparer, dans beaucoup de points, le chemin estimé avec celui qui avait été réellement parcouru, ont procuré des données très-multipliées et très-importantes sur la vitesse des courans dans les diverses parties de l'Océan (1).

Les observations astronomiques, les levés trigonométriques et les distances itinéraires, sont les trois élémens de toute carte entièrement *originale*. Mais ordinairement on ne trouve pas ces trois élémens complètement réunis, surtout pour des contrées éloignées de l'Europe; on est donc réduit à répéter avec discernement, ce que d'autres géographes

(1) *Voyage du capitaine Marchand*, rédigé par M. *de Fleurieu*.

ont publié à l'égard des parties sur lesquelles on n'a point de donnée nouvelle. C'est encore ici que le géographe a besoin d'une grande sagacité.

Lorsqu'il a établi la concordance des mesures ou des échelles employées dans les diverses cartes que l'on veut discuter, il est en état de construire une graduation à celles qui n'en ont pas, dès qu'il connaît, soit immédiatement, soit par ses distances à des points donnés, la latitude et la longitude d'un point quelconque de ces cartes. Il peut, par conséquent, comparer par les latitudes et par les longitudes qu'elles assignent aux mêmes lieux, les cartes qui comprennent les mêmes régions; et cette manière est en même temps la plus sûre et la plus commode, parce qu'elle permet facilement d'avoir égard aux différences des projections auxquelles sont assujetties ces cartes. Si maintenant le géographe trouve le même point placé sous des latitudes et des longitudes différentes dans plusieurs cartes, il faut que, pour apprécier ces diverses données, il examine comment ces cartes présentent d'autres circonstances essentielles, surtout les situations respectives par rapport à des points déterminés astronomiquement, les distances des villes principales à des lieux moins importans, les configurations des rivages, du cours des fleuves, des chaînes de montagnes, des grands chemins, des limites de territoire; un semblable examen lui apprend en quoi ses cartes s'accordent, et en quoi elles diffèrent : c'est à lui à choisir entre elles. Les latitudes, plus faciles à observer que les longitudes, sont généralement mieux établies sur les cartes dressées d'après les relations des voyageurs d'une date un peu ancienne. Le défaut commun des cartes antérieures à d'Anville, est d'augmenter considérablement toutes les distances des lieux dans le sens *est* et *ouest*. Ces erreurs deviennent d'autant plus grandes, qu'il s'agit de points plus éloignés du méridien principal sur lequel ont été réglées

les longitudes des autres. C'est ce qui frappe les yeux les moins exercés dans les cartes de Ptolémée par rapport aux différences de longitude entre Alexandrie et les autres villes des bords de la Méditerranée. L'opinion qui place la Serique en Chine, et d'autres erreurs semblables, ne sont dues qu'à la fausse extension des cartes de Ptolémée dans le sens de longitude. Mais nous devons à cette même cause, répétée dans les cartes du moyen âge, l'heureuse erreur sur l'éloignement vers l'est des îles de Japon ou de Zipangri, dans laquelle Christophe Colomb puisa le courage qui lui fit franchir l'océan Atlantique.

Les cartes des Sanson, de Jaillot et autres, dressées à la fin du dix-septième siècle, et admirées par quelques bibliomanes, dilatent encore toutes les contrées, dans le sens des longitudes (1). De pareilles cartes fournissent pourtant des matériaux utiles lorsqu'on en corrige les positions dans le sens *est* et *ouest*, en répartissant proportionnellement à la distance au méridien principal, les différences entre les longitudes que ces cartes donnent, et celles qui résultent des nouvelles déterminations.

Souvent le géographe n'a aucune raison décisive pour choisir entre les différentes positions assignées au même lieu par plusieurs cartes ; il ne lui reste alors qu'à prendre le milieu, suivant les règles arithmétiques, entre les latitudes d'une part, et les longitudes de l'autre, telles que le donnent les cartes. Il place ensuite sur celle qu'il veut construire, les principaux points d'après une réduction dont il serait superflu d'indiquer les procédés. Quelquefois le géographe veut comparer les cartes de détail par les distances qu'elles donnent entre les mêmes lieux, distances qui ont été le plus souvent les élémens de la construction de ces cartes, et que, pour cette raison, il est essentiel de retrouver. On peut alors choisir sur chacune de celles que

(1) *D'Anville*, Considérations, p. 11 *sqq*.

l'on compare, deux points correspondans, bien déterminés, desquels on mesure les distances à tous les autres; ayant ramené toutes ces distances à la même échelle, on tire sur le papier une ligne pour représenter la distance des deux points principaux, suivant l'échelle qu'on emploie, et on décrit sur cette ligne, comme base, avec les distances résultantes de chaque carte en particulier, des triangles dont le sommet représente la place assignée par cette carte aux points que l'on considère. Deux déterminations diverses du même point étant jointes par une ligne, c'est sur le milieu de cette ligne que se trouve la position moyenne. Trois déterminations fournissent un triangle, et un plus grand nombre donne un polygone; on obtient alors la position moyenne, en cherchant le centre de gravité de l'aire de ce polygone, ses angles étant considérés comme des masses égales à l'unité (1). Nous ne donnerons point la démonstration de cette règle, fondée sur les principes de la statique et sur la théorie des valeurs moyennes; nous nous contenterons de rappeler que lorsqu'il s'agit d'un triangle, le centre de gravité est placé à l'intersection des droites tirées des sommets de deux des angles sur les milieux des côtés opposés. Cette construction facile suffira lorsqu'on n'aura que trois déterminations. Quand le géographe a une fois fixé ainsi les distances moyennes d'un point à deux autres, donnés de position, il conclut sans difficulté la latitude et la longitude de ce point, et il le place ensuite par leur moyen sur la carte que l'on construit, quelque projection qu'elle ait. Si les points combinés n'embrassent qu'un petit espace dans lequel la projection ne soit pas sensible, il peut abréger son travail en transportant sur la carte, au moyen du *treillis*, les résultats des comparaisons qu'il a faites.

Les élémens mathématiques d'une carte étant déterminés, il reste encore à y faire entrer les détails historiques, poli-

(1) *Lacroix*, Introduction à la Géog. critique, § 87.

tiques et physiques dont son étendue et sa destination la rendent susceptible.

Les objets de la géographie ordinaire n'exigent que l'intelligence d'un petit nombre de signes faciles à reconnaître, et qu'autrefois on avait soin d'expliquer dans une légende placée à l'un des côtés de la carte. Ces signes indiquent l'emplacement des lieux, et sont modifiés suivant l'importance de ces lieux, et le rang qu'ils occupent dans le gouvernement civil, militaire ou ecclésiastique. Quand on veut mesurer des distances sur la carte, il faut remarquer le très-petit cercle, qui est ou adjacent ou inscrit dans chacun de ces signes, parce que c'est le point central de ce cercle qui fixe la position géographique du lieu. Lorsque la carte descend dans un grand détail, on y exprime les principaux traits du plan des villes un peu étendues; on doit alors avoir soin de marquer dans ce plan, celui de ses points auquel se rapporte la position géographique. Un simple trait dessine les cours d'eau de peu de largeur, et l'on n'indique séparément les deux rives que lorsque les dimensions du lit du fleuve ou de la rivière peuvent être appréciées par l'échelle de la carte, ce qui a lieu le plus souvent aux embouchures et aux endroits où le lit est semé d'îlots. C'est par un trait bien net, bordé de hachures, qu'on indique les rivages de la mer (1). Dans les cartes géographiques, ces hachures, extérieures par rapport aux terres, semblent représenter les ondulations de la mer sur les côtes; tandis que dans les cartes marines les hachures portées sur la terre peignent aux yeux l'escarpement des côtes. Les canaux de navigation, tracés sur une suite d'alignemens, sont représentés par des lignes brisées, qui les

(1) Les géographes anglais ont les premiers supprimé ces hachures en se bornant à entourer d'un filet de couleur les limites des terres, et en laissant les eaux en blanc. C'est cette méthode qui a été suivie pour les cartes de cette nouvelle édition. J. H.

distinguent suffisamment des cours d'eau naturels indiqués par une ligne ondulée. Les routes sont souvent marquées par deux traits fins et parallèles, quelquefois par de simples lignes, soit pleines, soit ponctuées; cependant, on réserve le plus ordinairement ces dernières pour marquer les limites des États et de leurs provinces, et on varie à cet effet la grandeur et la forme des points. Pour rendre plus frappantes les divisions politiques qui, si souvent, forment un contraste absurde avec les limites naturelles, on supplée par des couleurs variées à la monotonie de la gravure. Quelques géographes allemands ont conservé l'ancienne méthode française d'étendre une même teinte sur toute la région qu'on veut distinguer des autres. Cette manière d'enluminer a peut-être moins de grâce que celle qui est aujourd'hui usitée en France, mais elle a aussi l'avantage de faire mieux apercevoir la grandeur des régions et les formes de leurs limites; elle devrait être adoptée dans tout atlas élémentaire.

Quelques instituteurs pensent encore avec raison que l'ancienne manière de désigner les villes par de petites tours, multipliées et modifiées selon le rang des cités, était préférable dans les cartes générales au système prescrit dans le *Dépôt de la guerre*, et qui consiste à représenter tout en plan géométrique (1); système dont, selon nous, l'application rigoureuse devrait être réservée aux cartes topographiques et chorographiques.

Nous ne pouvons passer sous silence un point dont, parmi les Français, le seul d'Anville (2) a senti l'importance; il s'agit de l'exactitude orthographique des noms à placer sur les cartes. Le bon sens dicte la règle d'écrire chaque nom géographique d'une manière aussi rapprochée que possible de celle qui est usitée dans le pays auquel le

(1) *Mémorial topographique et militaire.*
(2) *D'Anville*, Considérations sur la Géographie, p. 61 *sqq.*

nom appartient, et de celle qu'indique la saine étymologie. Il ne faut admettre une orthographe corrompue que dans le cas où la vraie ne serait pas entendue du plus grand nombre des lecteurs. Ainsi, on a certainement tort en écrivant *Natolie*, au lieu d'*Anatolie*, exigé par l'étymologie grecque, ou *Dannemarck* avec la consonne allemande *ck*, à la place de *Danemark*, qui est à la fois conforme au génie de la langue française et à celui de la langue danoise. C'est ainsi qu'on pourrait ramener à leur véritable orthographe un certain nombre de dénominations géographiques. Toutefois un nombre infiniment plus considérable échapperait à jamais à cette réforme. Il serait, par exemple, facile d'introduire le nom d'*Ireland* au lieu d'Irlande, et on y gagnerait de ne plus confondre cette île avec l'Islande; mais on n'oserait jamais admettre *Scotland* pour Ecosse, attendu que le premier nom, quoiqu'il soit le véritable, ne serait pas intelligible pour la plupart des lecteurs. Tâchons du moins d'écrire les noms des villes qui ne sont pas encore francisés, comme les indigènes les écrivent. Il est vrai qu'il est assez difficile de pratiquer cette règle, surtout à l'égard des noms tirés des langues dans lesquelles on emploie un alphabet différent de celui qu'ont adopté les nations de l'Europe occidentale. Tel est le cas des noms russes, persans, arabes, indiens et autres; tel est encore le cas des noms polonais, attendu que les Polonais ont eu la bizarrerie, en appliquant l'alphabet romain à leur langue, d'attribuer à plusieurs lettres une valeur différente de celle que nous leur donnons. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner tous les expédiens qu'on pourrait tenter pour établir, une fois pour toutes, une orthographe géographique, sinon fixe, ce qui serait même inutile, du moins facile à suivre et à comprendre (1).

(1) Comp. *Langlès*, Préface du *Voyage de Norden; Volney*, sur l'alphabet russe, etc.

La partie physique d'une carte exige encore d'autres soins que ceux que nous venons d'indiquer. On veut savoir si un pays est couvert de plaines ou hérissé de montagnes, s'il est nu ou boisé, sec ou marécageux. Les dessinateurs ont imaginé des moyens, soit pittoresques, soit de convention, pour exprimer sur les levés trigonométriques et sur les plans topographiques, ces diverses circonstances qui, réunies au climat et aux lois de phénomènes météorologiques, déterminent la *géographie physique* de chaque contrée. Il suffit de jeter les yeux sur des plans de ce genre, pour reconnaître les signes qu'on y emploie; ils sont tous conformes aux règles d'une perspective à vue d'oiseau : ainsi les parties plus ou moins fortement ombrées, représentent des pentes plus ou moins roides, sur lesquelles la lumière se perd, d'autant plus qu'elles se rapprochent plus de la verticale. Il était naturel que le dessin des cartes géographiques restât en arrière de celui de la topographie, surtout à l'égard des montagnes; car l'échelle de ces cartes est nécessairement trop petite pour qu'on puisse commodément y exprimer, dans de justes proportions, les innombrables inégalités du terrain, depuis les plus hautes chaînes de montagnes jusqu'aux collines du dernier ordre. Autrefois on avait pris le parti de représenter les montagnes par de petites élévations de profil, qui supposaient l'œil du spectateur dans le plan de la carte. On cherche aujourd'hui à représenter à vue d'oiseau les chaînes et les groupes de montagnes, et jusqu'aux pics ou pointes isolées qui reposent en général sur des élévations plus ou moins considérables, mais dont l'étendue offre des contours qui déterminent la forme des vallées (1). La nouvelle méthode serait sans doute préférable, si l'on pouvait conserver entre les diverses élévations, une juste proportion, et si l'on possédait tous les renseignemens nécessaires pour déterminer, point par point,

(1) *Mémorial topographique et militaire*, cah. v.

le niveau du terrain. Mais tant que ces élémens nous manqueront, la méthode nouvelle sera aussi arbitraire et aussi illusoire que l'ancienne paraît peu naturelle et peu satisfaisante.

Les partisans des montagnes à vue d'oiseau, en nous montrant les cartes de d'Anville, s'écrient : « Combien sont » vagues et insignifiantes ces montagnes marquées en pointes » isolées! On n'y voit autre chose, sinon que le pays qu'elles » occupent est montueux; autant vaudrait-il écrire : *là il y* » *a des montagnes;* rien n'indiquant le cours des chaînes, » leurs divers abaissemens et leurs connexions, soit entre » elles, soit avec les îles qui font les sommets des chaînes » de *montagnes sous-marines*, ou qui traversent le bassin » des mers (1). » Mais d'abord, il y a bien d'autres cartes que celles de d'Anville, dans lesquelles les montagnes, quoique exprimées en profil, flattent l'œil et satisfont l'esprit. Ensuite nous demanderons, à notre tour, si la géographie a réellement gagné par l'admission de toutes ces prétendues chaînes, soit terrestres, soit *sous-marines*, que Buache, le père, a créées, en supposant arbitrairement que tous les bassins des rivières étaient séparés par des hauteurs considérables?

On a poussé les prétentions de la topographie bien plus loin encore. Un ingénieur-géographe, M. Dupain-Triel, a publié une méthode d'après laquelle une carte géographique indiquerait l'élévation de chaque point du terrain. En observant, dit-il (2), que si l'on joignait sur une carte marine, par une ligne, tous les points auxquels sont marquées des sondes égales, le contour de cette ligne serait celui d'une section faite au fond de la mer, par un plan horizontal abaissé au-dessous de la surface du fluide d'une

(1) *Lacroix*, Introduction à la Géographie, § 99.

(2) *Dupain-Triel*, Carte intitulée : Méthode nouvelle pour exprimer sur les cartes les hauteurs, etc., avec un mémoire de M. *Du Caila*. Paris, 1784. *Id.* Carte de la France, où l'on a essayé, etc. An VII.

quantité égale au nombre de mesures ou *brasses* contenues dans la sonde. De cette remarque juste en elle-même, il croit tirer une donnée pour représenter *géométriquement* la configuration de la surface d'un pays. Ce moyen consiste à tracer sur la carte que l'on construit, les lignes qui passent par des points placés au même niveau ou à la même hauteur, au-dessus de la surface de la mer; lignes qui deviendraient successivement ses rivages, si elle s'élevait, par une cause quelconque, à la hauteur où elles sont situées; comme les lignes qui joignent des sondes égales deviendraient à leur tour les rivages de la mer, si elle s'abaissait du nombre de brasses marqué sur ces sondes. On graduerait les hauteurs de ces lignes ou *sections horizontales du terrain*, suivant l'échelle de la carte et la rapidité des pentes. Sur un projet des cartes de la France qu'il a publié, M. Dupain-Triel trace dans les pays presque plats, et vers les bords de la mer, la ligne qui passe par les points élevés de 10 toises; puis celle qui passe par les points élevés de 20; et ainsi de suite, de 10 en 10 toises. On voit bientôt ces lignes, d'abord assez espacées, se resserrer à mesure que le pays s'élève plus rapidement. A l'entour des montagnes isolées, les lignes de niveau marquées seulement pour des différences de 50 toises et même de 100, se resserrent d'autant plus que les pentes sont plus roides. Les plateaux sont indiqués par les lignes de niveau qui le contournent. Enfin, si on conçoit des lignes qui coupent à angles droits les lignes de niveau, on aura les *lignes de la plus grande pente*, ou celles que suivent dans leur chute les eaux répandues sur les flancs des montagnes.

Quoique cette méthode de M. Dupain-Triel ne soit pas nouvelle, ayant déjà été proposée par Ph. Buache et d'autres (1), elle mérite, sans doute, quelque attention. Il est

(1) Mémoires de l'Académie des sciences, 1752, p. 399; 1753, p. 586, et 1756, p. 109.

évident qu'elle donne prise aux procédés de la géométrie descriptive, pour résoudre des problèmes sur la succession des plateaux, l'intersection des pentes et la rencontre des bassins, problèmes intéressans dans la construction des chemins et des canaux; elle offrirait le moyen de recueillir et de mettre à l'usage de tout le monde une foule de nivellemens et d'observations faits, par les ingénieurs militaires et civils, sur les hauteurs des montagnes, et dont les résultats vont s'ensevelir dans les cartons des administrations: enfin, le parti qu'on en pourrait tirer exciterait les voyageurs et les savans résidans dans toutes les grandes villes, à multiplier les observations barométriques qui déterminent les hauteurs respectives des lieux où elles sont faites. Mais avant que les élémens d'une semblable carte soient plus nombreux et plus authentiques que ceux que nous possédons, son exécution ne servirait guère qu'à donner un air de réalité à des idées systématiques fort incertaines. En tout cas, la confusion qui résulterait de cette multiplicité de lignes, empêcherait qu'on ne désignât clairement sur ces cartes aucun objet de géographie politique ou historique. Il faut donc reléguer toutes les inventions de ce genre dans des cartes spécialement consacrées à la géographie physique, de même qu'on réserve les détails d'hydrographie pour les cartes nautiques (1).

(1) Pour compléter ce qui a été dit plus haut sur le tracé des cartes, nous extrairons d'un *Traité sur la construction des cartes*, par M. Charle, placé à la fin de la *Nouvelle Géographie méthodique* destinée à l'enseignement, par M. A. Meissas, quelques principes à la fois simples et sûrs. Lorsqu'on veut construire une mappemonde de petite dimension, on peut, à l'aide d'un compas, employer le procédé suivant : « Après avoir tracé sur le papier une ligne horizontale MN (*fig.* 2, carte des Projections dans l'Atlas) au milieu de la feuille, on prend un point T au milieu de cette ligne; ce point est celui où les deux hémisphères se touchent. De ce point, avec une ouverture de compas égale au rayon que l'on veut donner à chaque hémisphère, on marque à droite et à gauche des intersections sur la ligne MN, aux points c' et c, et par ces points on mène les perpendiculaires pp et $p'p'$. De ces points d'intersection, comme centres,

et avec la même ouverture de compas, on décrit des cercles qui sont tangens, l'un à l'autre, et qui représentent les deux hémisphères. La ligne horizontale MN, qui traverse les deux cercles, est l'équateur, puisqu'elle est également distante des pôles *p. p.* et *p' p'*; et les lignes verticales qui vont d'un pôle à l'autre, et qui coupent les hémisphères en deux parties égales, sont des méridiens. »

Ces opérations faites, on divise, à partir de l'équateur jusqu'aux pôles, la circonférence en deux parties contenant chacune 10 degrés; on divise de même chaque moitié de l'équateur, et par ces points on fait passer des arcs de cercle qui représentent autant de parallèles et autant de méridiens, comme on le voit (*fig.* 2, carte des Projections dans l'Atlas).

« Pour décrire ces arcs de cercle, on joint par une ligne droite chaque point pris sur un quart de cercle avec le point correspondant du méridien. Soient, par exemple, les points *a* et *b*, on mène une perpendiculaire sur le milieu *d* de la ligne *a b* qui les joint, et le point *o* où elle coupe le prolongement du méridien, est le centre du cercle; *o b* en est le rayon, ou l'ouverture de compas avec laquelle on décrit le parallèle qui passe par les points *a*, *b*, *c*. On fait de même pour les sept autres points du quart de cercle, et l'on trouve ainsi tous les rayons des parallèles de ce demi-cercle. Ces huit rayons servent à décrire tous les autres parallèles dans la mappemonde, en ayant soin de choisir le même rayon pour les parallèles correspondans. »

« Pour trouver le centre de l'arc d'un méridien, on mène une ligne droite par l'un des pôles et le point de l'équateur par lequel doit passer le méridien. Soit *p g* cette ligne : on mène une perpendiculaire sur le milieu *e* de cette ligne, et le point *f*, où elle coupe l'équateur, est le centre d'où l'on décrira le méridien avec un rayon égal à *f g*. On trouve ainsi tous les méridiens compris entre le méridien du milieu et un demi-cercle; les mêmes rayons servent ensuite à construire tous les autres méridiens correspondans, de même qu'ils sont tracés sur la mappemonde (Voyez l'Atlas). »

Lorsque la mappemonde est trop grande pour que l'on puisse tracer au compas les parallèles et les méridiens, on se sert d'une règle flexible; mais si l'on veut employer un procédé plus sûr, on se sert de celui qui est en usage pour les *cartes générales* et les *cartes particulières;* on détermine les points d'intersection de ces courbes, au moyen de tables calculées dans ce but, qui donnent en mètres les distances de chaque point au premier méridien, et à la perpendiculaire menée à la même latitude sur ce méridien.

M. Charle indique comment on obtient ces intersections sur le papier et comment on décrit les courbes. On choisit d'abord une échelle; ensuite on construit un cadre qui renferme la carte ou une partie de la carte projetée; on trace le méridien du milieu, et l'on marque à chaque angle du cadre les distances en mètres au méridien et à une perpendiculaire menée sur ce méridien.

« Pour trouver chaque point d'intersection des méridiens et des parallèles, le point *s*, par exemple : on prend sur l'échelle la distance de ce point au méridien du milieu de la carte, telle qu'elle est marquée sur les tables. Soit *m d* cette distance, on la porte avec le compas sur le haut et sur le bas du cadre, aux points *d* et *d'*, en partant des points *m'* et *m*; on prend ensuite la distance du point *s* au côté *AB* ou au côté *DC*, perpendiculaires au méridien; on la porte sur les côtés AB et BC du cadre, de B en *o* et de A en *f*, on tire les droites *dd'* et *fo*, et le point d'intersection *s* est le point cherché. »

Par tous les points d'intersection on fait passer des lignes qui forment les courbes demandées. Afin d'éviter la longueur de ce procédé on se contente de trouver trois points de chaque courbe, que l'on décrit ensuite au moyen d'une règle flexible.

Nous n'avons pas besoin de dire que s'il s'agit de copier une carte, on prend avec le compas toutes les mesures dont on a besoin, mais que si l'échelle est différente, on construit d'abord celle de la nouvelle carte; on la divise de la même manière que celle que l'on copie, et l'on trouve ensuite facilement les distances proportionnelles dont on a besoin.

J. H.

LIVRE TRENTE-UNIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Premiers aperçus de la Géographie physique. — Formes générales et distribution des Continens et des Mers. — Configuration extérieure des Montagnes, Vallées, Plaines et Côtes.

Après avoir considéré la terre sous les rapports de ses dimensions, nous allons en étudier la nature physique. Cette partie, la plus intéressante peut-être de notre ouvrage, en sera nécessairement la plus imparfaite; car une bonne géographie physique ne peut être que l'ouvrage des siècles et des nations. Cette science, pour naître et pour fleurir, a besoin d'observations continuelles, multipliées, faites sur tous les points du globe et combinées de manière à ne laisser aucun interstice ni aucun vide.

D'un autre côté, il n'en est pas de la géographie naturelle comme de la minéralogie, de la chimie, de la botanique. Les arrangemens, les classifications, les méthodes subtiles et rigoureuses ne lui sont guère applicables et ne feraient la plupart du temps que nuire à ses progrès, en l'encombrant d'un appareil de notions illusoires. Les montagnes, les vallées, les eaux, les climats, les régions physiques, se présentent aux yeux d'un sincère ami de la vérité sous un aspect très-compliqué, très-irrégulier, et qu'il est plus facile de dépeindre que de définir. La grandeur et la majesté de la Nature échappent à la subtilité de nos combinaisons et à la petitesse de nos règles.

Sans doute l'esprit de la géographie physique repousse un langage vague et incorrect; mais, d'un autre côté, peut-il admettre la précision des termes empruntés aux mathématiques ou à la chimie? Quelle différence des contours

sinueux ou dentelés de nos montagnes, avec la régularité des figures géométriques! Quel abus n'a-t-on pas fait des termes *pyramidal*, *conique* et autres! Combien de fois le terme de *cristallisation* a-t-il été employé à couvrir la nullité d'une observation mal approfondie! Ce fameux mot a servi, comme le glaive d'Alexandre, à trancher tous les nœuds qu'on ne savait pas délier. Dans les cabinets, presque tout est cristal; dans la nature, presque tout est sans figure déterminée.

Même les choses qui frappent le plus les yeux, combien ne sont-elles pas difficiles à réduire à des termes généraux! On désigne communément toutes les élévations de terrain, pour peu qu'elles se prolongent, sous le nom général de *chaînes*. Mais il est certain que les montagnes forment plus souvent des *groupes* que des chaînes; même les chaînes les plus apparentes ne sont souvent que des séries de groupes. D'autres fois, le même massif de montagnes qui, vu d'un côté, paraît former une chaîne, n'est réellement que l'*escarpement* d'un plateau ou plaine élevée. Les voyageurs donnent souvent pour des montagnes les falaises qui bordent les rivières. Que serait-ce si l'on voulait énumérer les erreurs introduites par la manie de rapporter tout à un système!

Les autres parties de la géographie naturelle sont également environnées de ténèbres. Qu'est-ce qu'une hydrologie presque dépourvue de nivellemens et de sondages? Les observations immédiates sur les climats sont un peu plus multipliées; mais d'abord il faut avouer que nos thermomètres n'indiquent pas la chaleur latente dont l'influence est si grande et si universelle, et puis les meilleures observations sur le climat perdent souvent la moitié de leur mérite par le manque d'une description exacte du terrain. La géographie botanique, telle qu'on l'a écrite la plupart du temps, en copiant simplement les *Flores* de chaque pays, est aussi incomplète qu'inutile; il faut distinguer l'élévation

du terrain, la qualité du sol et bien d'autres circonstances locales. S'il paraît plus facile de déterminer les rapports géographiques des races animales actuellement répandues sur la terre, quel abîme ne se découvre pas à nos regards dès que nous apercevons ces restes fossiles des générations aujourd'hui éteintes, et qui jadis ont peuplé notre planète Que de bouleversemens, que de monts écroulés et de rochers décomposés, que de vallées remplies et de lacs desséchés, que d'invasions de la mer sur les continens, que d'éruptions de feu volcanique, quels combats de tous les élémens, combats tour à tour lents ou rapides, imperceptibles ou épouvantables, destructifs ou créateurs, ont dû précéder l'état actuel de notre globe, état qui ne présente partout que les anciennes ruines d'un édifice dont nous ignorons les proportions primitives! La géographie physique nous fait sentir toute l'impuissance de notre esprit. Nous avons déterminé la masse du soleil; nous connaissons les lois de la pesanteur à la surface de Jupiter; nous avons mesuré l'élévation des montagnes de la lune, et même la comète vagabonde semble obéir aux calculs de nos géomètres : mais l'intérieur de cette terre sur laquelle nous marchons échappe à nos recherches; nous n'y sommes pas descendus d'une dix-millième partie du diamètre du globe (1). Que dis-je? même la surface de la terre ne nous est pas connue dans sa totalité : nous ignorerons peut-être à jamais les secrets qu'enferment les deux régions polaires. Tâchons d'exposer avec clarté, mais surtout avec fidélité, et sans

(1) Il est facile de calculer que l'homme n'a pas traversé la croûte terrestre de plus de $\frac{1}{16359}$. Ainsi que nous l'avons dit ailleurs, les plus grandes profondeurs où l'homme est descendu n'excèdent pas 300 à 400 mètres au-dessous du niveau de l'Océan; et si l'on compare cette profondeur au demi-diamètre de l'équateur, qui est de 1435 lieues de 2280 toises, ou à la quantité de 6,543,800 mètres, on verra que ce qu'il connaît de cette planète équivaut, sur un globe de 10 pieds de diamètre, à $\frac{1}{24}$ de ligne au plus ou à l'épaisseur d'une simple feuille de papier (Voyez notre article *Géologie*, Encyclopédie moderne, tom. XIII). J. H.

le mélange d'un orgueilleux système, le petit nombre de faits que l'observation a rassemblés, et qui ont passé par le creuset de la saine critique.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur nos mappemondes, on y voit la surface du globe divisée en grandes masses de terre qu'on appelle *continens*, et en grands bassins, couverts d'eau, et qu'on nomme *mers*. Comme dans les parties cachées sous l'eau, nous observons de petites masses de terre qui s'élèvent au-dessus des flots environnans, et qu'on nomme *îles*, de même, en parcourant les continens, nous remarquons des espaces isolés, couverts d'eau; ce sont des *lacs*. Une île ne diffère d'un continent que par les dimensions, et on ne donne au fond à certaines masses de terre le nom de continent, que parce qu'on est resté long-temps incertain si un navire pouvait en faire le tour, et qu'en effet des circonstances physiques ont jusqu'à présent empêché l'exécution d'une semblable navigation (1).

Plusieurs portions de terres et de mers s'étendent réciproquement les unes dans les autres. Si la mer pénètre dans l'intérieur des continens, elle y forme des *méditerranées* ou de petites mers, environnées de terre dans leur plus grande circonférence, et ne tenant à la grande mer que par d'étroites embouchures; si l'étendue est moindre et l'ouverture plus large, ce sont des *golfes* ou des *baies*, termes que les savans ont voulu distinguer (2), mais que confond le plus souvent l'impérieux tyran des langues, l'usage. Les plus petites portions d'eau environnées de terres, et qui offrent un abri aux navires, s'appellent *port*, *anse*, ou *rade :* le premier terme indique un asile très-sûr; le second s'applique à des ports de petite dimension qu'on nomme *havres* lorsqu'ils sont l'ouvrage de l'art; enfin, la rade ne présente qu'un mouillage temporaire, ou un abri

(1) *Kant*, Géographie phys., t. II, part. I, p. 67. Édit. de Wollmer.
(2) *Fleurieu*, Introduction au *Voyage de Marchant*.

contre certains vents. Si, d'un autre côté, les continens forment des avances dans la mer qui ne tiennent à d'autres terres que sur une petite partie de leur circonférence, ce sont des *presqu'îles* ou *péninsules*, dont la figure répond à celles des golfes et des méditerranées. Il paraît que lorsqu'une semblable masse de terre touche au continent sur une ligne plus grande qu'un quart de sa circonférence, on ne saurait l'appeler *péninsule*. L'Arabie, par exemple, paraît mériter ce nom, mais l'usage qui l'attribue également à la partie avancée de l'Inde, à l'occident du Gange, peut choquer un œil difficile; la nature se joue de nos classifications. Si la saillie des terres n'a que peu d'étendue, surtout en longueur, elle reçoit le nom de *cap*, de *promontoire* ou de *pointe*. Enfin, un canal resserré entre deux terres, par lequel une masse d'eau communique avec une autre, s'appelle un *détroit;* l'opposé d'un détroit est un *isthme*, langue de terre resserrée entre deux mers, par laquelle deux masses de terre sont réunies. Beaucoup d'autres termes de ce genre, n'étant que d'une application locale, seront définis dans la suite, à mesure que nous les emploierons.

Considérons maintenant la surface du globe sous un point de vue général. Nous voyons que c'est pour ainsi dire une vaste mer dans laquelle se trouve situé un grand nombre d'*îles*, dont la grandeur varie depuis les dimensions les plus colossales jusqu'à des étendues imperceptibles. Deux de ces îles portent le nom de *continens;* celui qu'habitent les nations les plus anciennement civilisées s'appelle l'*ancien continent*, et renferme trois parties du monde, savoir : l'Asie avec l'Europe et l'Afrique; le *nouveau continent* est tout entier compris sous le nom d'*Amérique*, quoique la nature l'ait partagé en deux péninsules bien distinctes, dont une devrait être désignée par l'équitable histoire sous le nom de *Colombie*. Au milieu du plus vaste bassin aquatique, s'élève la *Nouvelle-Hollande* que

plusieurs géographes appellent le *troisième continent*, quoiqu'il paraisse plus exact de n'y voir que la plus grande des terres auxquelles réstera le nom d'*îles;* celles-ci prennent le nom d'*archipel* lorsqu'elles se trouvent groupées ensemble en nombre considérable. Le vaste archipel qui s'étend à l'est de l'ancien continent, et au centre duquel la Nouvelle-Hollande éclate comme une reine au milieu de son cortége, semble mériter d'être considéré comme une nouvelle partie du monde, que l'on désigne sous le nom d'*Océanie.*

Il n'y a sur notre globe, à proprement parler, qu'une seule mer, un seul fluide continu, répandu tout autour de la terre, et qui vraisemblablement s'étend d'un pôle à l'autre, en couvrant à peu près les trois quarts de la surface du globe. Tous les golfes, toutes les méditerranées ne sont que des parties détachées, mais non pas séparées de cette mer universelle qu'on nomme l'*Océan.* Ce n'est que pour plus de commodité dans l'usage journalier, que l'on distingue différentes sections de cet Océan sous la dénomination de *mers.* Cette division arbitraire et incomplète est en même temps sujette à des incertitudes, et varie chez les différens peuples de la terre. Nous adoptons la classification suivante dont on peut, au moyen d'un globe artificiel, vérifier la justesse et la simplicité.

A. *Grand bassin austro-oriental*, occupant la plus grande partie de l'*hémisphère aquatique* du globe.	1. *Océan austral*, (mer Glaciale du sud).	Sa frontière peut être fixée par une ligne tirée du cap Horn au cap de Bonne-Espérance; de là à la terre de Diémen, et revenant par le sud de la Nouvelle-Zélande au cap Horn.
	2. *Océan oriental*, (mer Pacifique).	*a.* Le *grand Archipel*, ou la partie comprise entre la Nouvelle-Zélande au sud, les îles Marquésas à l'est, l'île Formose au nord, le détroit de Malaca à l'ouest.
		b. L'*Océan oriental du nord*, entre l'Asie et l'Amérique septentrionale. Les *méditerranées* de Japon et de Kamtchatka, et *la mer de Béring* en font partie.
		c. L'*Océan oriental du sud*, depuis les îles du grand Archipel, jusqu'à l'Amérique méridionale.

	3. *Océan indien.*	Avec ses divers golfes; les limites désignées ci-dessus indiquent ce qui reste pour cette section. Les *golfes* d'*Arabie*, de *Perse* et du *Bengale* en font partie.
B. *Bassin occidental*, formant une espèce de manche entre les deux grands continens.	4. *Océan occidental.*	a. *Océan septentrional.* Sa frontière du sud est formée par le Pas-de-Calais, la Grande-Bretagne, les îles de Fœroë et l'Islande. Les *méditerranées septentrionales* de l'Europe ainsi que la *mer Glaciale du nord* en sont des branches.
		b. *Océan atlantique*, depuis la frontière précédente jusqu'aux deux pointes les plus rapprochées du Brésil et de la Guinée.
		Branches. 1. La *méditerranée* et ses golfes. 2. Le *golfe de Mexique*, etc. 3. Les baies de Baffins et d'Hudson, ou *mers des Esquimaux.*
		c. *Océan éthiopien*, entre le Brésil, l'Afrique, jusqu'à l'alignement du cap Horn et du cap de Bonne-Espérance (1).

(1) On nous permettra de proposer ici, pour la masse aqueuse du globe, une division qui nous paraît beaucoup plus simple. Les dénominations d'*oriental* et d'*occidental* admises par Malte-Brun, ont d'ailleurs l'inconvénient de n'être exactes que pour l'Européen.

Océans.	Mers ou grands golfes qui en dépendent.
I. Océan glacial arctique. Il s'étend depuis le pôle jusqu'au cercle polaire, et est situé entre l'Asie, l'Europe et l'Amérique; mais une de ses dépendances se prolonge dans le nord de ce continent au sud du cercle polaire.	a. *Mer Blanche.* b. *Mer de Kora.* c. *Golfe d'Obi.* d. *Golfe d'Ienisei.* e. *Mer Polaire.* f. *Mer de Baffin.* g. *Mer d'Hudson.*
II. Océan atlantique. Depuis le cercle polaire arctique jusqu'au cap Horn. Il est situé entre l'Amérique, l'Europe et l'Afrique. Nous le divisons en trois par-	a. *Mer Baltique.* b. *Mer du Nord.* c. *Mer d'Irlande.* d. *Golfe de Gascogne.* e. *Mer Méditerranée.* f. *Mer Ionienne.*

En suivant sur le globe cette division, nous nous apercevrons de plusieurs résultats généraux faits pour commander notre attention.

D'abord, n'est-il pas remarquable qu'une moitié du globe soit couverte d'eau, tandis que l'autre contient

Océans.	Mers ou grands golfes qui en dépendent.
ties : l'*Océan atlantique boréal*, qui s'étend depuis le cercle polaire jusqu'au *tropique du cancer*; l'*Océan atlantique équinoxial*, compris entre le *tropique du cancer* et celui *du capricorne*; l'*Océan atlantique austral*, qui s'étend depuis ce tropique jusqu'à la pointe la plus méridionale de l'Amérique.	g. *Golfe de Tarente.* h. *Mer* ou *golfe Adriatique.* i. *Archipel.* j. *Mer de Marmara.* k. *Mer Noire.* l. *Mer* ou *golfe du Mexique.* m. *Mer des Antilles.* n. *Golfe de Guinée.*
III. Océan indien. Il est borné au nord par l'Asie, à l'ouest par l'Afrique, et à l'est par la presqu'île de Malaca, les îles de la Sonde et la Nouvelle-Hollande.	a. *Mer Rouge.* b. *Golfe* ou *mer Persique.* c. *Mer d'Oman* ou *golfe Arabique.* d. *Mer* ou *golfe de Bengale.*
IV. Océan pacifique. Il s'étend du nord au sud depuis le *cercle* polaire *arctique* jusqu'au cercle polaire *antarctique*. Il est borné d'un côté par l'Asie, les îles de la Sonde et la Nouvelle-Hollande, et de l'autre par l'Amérique. Au-delà du cap Horn il fait tout le tour du globe. Sa vaste étendue se divise en trois parties. L'*Océan Pacifique boréal* s'étend depuis le détroit de Béring jusqu'au *tropique du cancer*; l'*Océan Pacifique équinoxial*, depuis ce tropique jusqu'à celui du *capricorne*; l'*Océan Pacifique austral*, depuis ce tropique jusqu'au cercle polaire antarctique.	a. *Mer ou bassin de Béring.* b. *Mer d'Okhotsk.* c. *Mer du Japon.* d. *Mer Jaune.* e. *Mer Bleue.* f. *Mer de la Chine.* g. *Mer de la Sonde.* h. *Mer des Moluques.* i. *Mer de Célèbes.* j. *Mer de Mindoro.* k. *Golfe de Carpentarie.* l. *Mer du Corail.* m. *Mer* ou *golfe de Californie.* n. *Golfe de Panama.*

V. Océan glacial antarctique. Il s'étend depuis le cercle polaire *antarctique* jusqu'au pôle austral. J. H.

moins d'eau que de terre? Il faut, pour saisir l'ensemble de l'hémisphère aquatique, tourner le globe, de sorte que la Nouvelle-Zélande en soit le point le plus élevé, ou jeter l'œil sur une mappemonde projetée sur un horizon peu éloigné de celui de Paris (1); l'hémisphère circonscrit par l'horizon de nos antipodes ne présente que quelques îles, quelques promontoires et lisières de côtes au milieu d'une mer immense, tandis que l'hémisphère borné par notre horizon réunit la presque totalité des terres. Si les glaces polaires du sud n'enferment point quelques îles considérables, on peut, en suivant le méridien du cap de Bonne-Espérance par le pôle, jusqu'aux environs du détroit de Béring, tracer une ligne de 200 degrés (ancienne mesure) ou de 4000 lieues marines, ligne égale à la moitié de la circonférence du globe, plus 400 lieues, et qui passe sur une surface entièrement aquatique. Sous l'équateur, une ligne tirée de l'Afrique par Sumatra et Bornéo jusqu'en Amérique, présente, quoiqu'avec deux ou trois interruptions, un développement aquatique de 4,200 lieues. Enfin, le quarantième parallèle de latitude australe offre une zone aquatique, interrompue seulement pendant 15 degrés, et par conséquent formant une circonférence de près de 5,300 lieues marines, un peu moins de deux tiers de la périphérie du globe. Telle est la vaste étendue du bassin austro-oriental de l'Océan du globe terrestre.

La forme du bassin occidental n'est pas moins frappante. Elle ressemble à une manche qui se rétrécit vers le pôle, en communiquant avec le grand bassin, d'un côté par le détroit de Béring, et de l'autre côté par la large ouverture de l'Océan éthiopien. La mer Méditerranée correspond au golfe du Mexique; la mer Baltique avec celle du Nord, est opposée aux baies de Baffins et d'Hudson.

La distribution des mers et des terres est encore très-

(1) Voyez l'*atlas* de cet Ouvrage.

inégale, si, en faisant abstraction de la forme des bassins de l'Océan, on compare les hémisphères séparés par l'équateur, ou la moitié boréale et australe du globe. Nous avons trouvé, par une estimation aussi exacte que possible, que les terres étaient aux hémisphères et aux zones qui les renferment, dans les proportions suivantes :

Dans la zone glaciale du nord.	0,400
——— zone tempérée du nord.	0,559
——— zone torride, partie du nord. . . .	0,297
Dans l'hémisphère boréal.	0,419
Dans la zone glaciale du sud.	0,000
——— zone tempérée du sud.	0,075
——— zone torride, partie sud.	0,312
Dans l'hémisphère austral.	0,129

Les géographes et les naturalistes du milieu du dix-huitième siècle firent divers raisonnemens sur cette distribution inégale des terres et des mers. Ils en conclurent unanimement l'existence d'un grand continent austral, qui devait contre-balancer la masse des terres situées dans l'hémisphère boréal (1). Les voyages du capitaine *Cook* ont anéanti toutes ces suppositions. Ce navigateur n'a trouvé, jusqu'à 70 degrés de latitude australe, qu'une vaste mer, renfermant beaucoup de glaçons flottans ou fixes, et un petit nombre d'îles qu'on avait mal à propos regardées comme des promontoires du continent austral. Il ne reste encore vers le pôle qu'une zone d'environ 5 à 600,000 lieues marines carrées, dans laquelle il peut y avoir des terres inaccessibles aux navigateurs, à cause des glaces; mais leur masse ne changerait que très-peu la proportion entre les hémisphères.

(1) *Bergmann*, Géographie physique, I, p. 6 (2e édit. d'Upsala, en suédois). *Dalrymple*, Histoire des navigations. *Buffon*, *Buache*, etc.

Selon l'opinion aujourd'hui généralement admise, la partie des terres qui s'élève au-dessus de la surface des mers, est si peu de chose en proportion de l'immensité du globe, que l'effet de leur distribution inégale sur l'équilibre du globe, doit être nul ou du moins insensible. Il serait d'ailleurs possible (1) que les mers, vers le pôle du sud, fussent moins profondes que dans l'hémisphère boréal, et qu'ainsi les couches de terre sous-marines du sud contre-balançassent les couches plus élevées du nord, mais entourées de bassins plus excavés. Cette hypothèse deviendrait surtout plausible dans le cas où le plus grand aplatissement du globe vers le pôle austral, indiqué par les mesures de *La Caille*, en Afrique (2), se trouverait un jour confirmé par des mesures correspondantes en Amérique et dans la Nouvelle-Hollande. Car alors cet hémisphère étant en général plus déprimé que l'autre, l'Océan, par sa propre tendance à se mettre au niveau, se serait étendu sur les terres australes qu'il aurait noyées sous ses eaux.

Les deux continens offrent un trait de ressemblance dans la direction de leurs péninsules; elles sont presque toutes tournées au midi : tel est le cas de l'Amérique méridionale, de la Californie, d'Alaschka, du Groënland, de l'Acadie, de la Floride, de la Scandinavie, de l'Italie, de la Grèce, de l'Arabie, de l'Inde, de la Corée, du Kamtchatka, de l'Afrique (3). Deux péninsules notables, l'Iucatan et le Jutland, tournées au nord, ne consistent qu'en plaines et terres d'alluvion.

Mais la direction générale des terres diffère entièrement d'un continent à l'autre : le nouveau s'étend de pôle à pôle; la direction de l'ancien est plus parallèle à l'équateur, et si l'on ne considère que l'Europe et l'Asie, elle l'est parfai-

(1) *Desmarets*, Encyclop. méthod., Géog. phys., I.
(2) Voyez ci-dessus, Liv. XXVI, p. 54, 58, etc.
(3) *Baco Verulam*. Nov. Organ., l. II aphor. 27.

tement. La plus longue ligne droite qu'on puisse tracer sur l'ancien continent, en passant, autant que possible, sur des terres, commence selon *Bergmann* sous le 61e degré de latitude septentrionale, près de l'embouchure de la rivière Ponaschka dans le golfe d'Anadyr, traverse la ville de Nargun, le lac Aral et la partie méridionale de la mer Caspienne, passe près du golfe Persique et au nord du détroit de Bab-el-Mandeb, traverse l'Afrique en suivant les monts de Lupata, ou l'Epine-du-Monde, et se termine au cap de Bonne-Espérance. Elle est longue de 148 degrés ou 2960 lieues marines (1); à l'est, elle forme avec l'équateur un angle de 65 degrés. Les parties du continent situées à l'est et à l'ouest de cette ligne, sont à peu près égales. Il est difficile de tracer une semblable ligne droite sur le nouveau continent. *Bergmann* la commence à 60 degrés de latitude boréale, et à 265 degrés de longitude est de l'île de Fer; il la continue, comme *Buffon*, à travers la Floride et les îles jusqu'à l'embouchure de la rivière de la Plata; il la trouve de 105 degrés ou 2100 lieues, et faisant à l'ouest un angle de 68 degrés, avec l'équateur; d'après les dernières découvertes, la ligne doit être prolongée 10 degrés plus au nord, et peut alors avoir 2,300 lieues. Mais on ne peut bien représenter la longueur du nouveau continent que par une courbe à plusieurs courbures, en allant depuis le Cap glacé de Cook, par le Mexique et Quito, au cap Horn; alors on aura une ligne de plus de 3,000 lieues; elle partagerait le continent en deux parties très-inégales.

L'analogie illusoire qu'offrent les isthmes de Suez et de Panama, qui à la vérité partagent les deux continens en deux parties inégales, mais dont le premier ne se compose

(1) Géographie physique, I, 3-5. Comp. *Buffon*, Preuves de la théorie de la terre, art. 6. (La ligne tirée par Buffon passe par-dessus la mer Glaciale.)

que de sable, tandis que l'autre est formé de rochers de granite ou de porphyre, nous conduit à remarquer une différence très-singulière entre ces deux grandes îles du globe. L'ancien monde ouvre à peu près également toute son enceinte aux irruptions de l'Océan, et depuis le détroit de Béring jusqu'à celui de Bab-el-Mandeb d'un côté, et jusqu'à celui de Gibraltar de l'autre, les baies, les golfes, les méditerranées se tiennent en quelque sorte en équilibre, du moins quant au nombre; la masse de l'Afrique seule se refuse aux invasions bienfaisantes de la mer. Le nouveau continent, au contraire, n'ayant du côté d'ouest qu'un seul golfe considérable, celui de Californie ou la mer Vermeille, présente du côté opposé une suite de golfes ou de méditerranées; et lorsque cette série est interrompue, d'énormes fleuves en prennent la place. Que certains géologues cessent donc de copier Buffon, lorsqu'il prétend nous représenter les continens comme offrant tous les deux plus de déchirures à l'est qu'à l'ouest.

De cet aperçu des inégalités que présente le profil horizontal du globe, passons à l'examen de celles qui résultent de ses coupes perpendiculaires.

Les *montagnes* sont les éminences les plus considérables de la terre, et qui en même temps ont une pente rapide ou du moins sensible. Il faut les distinguer des *plateaux* qui sont de grandes masses de terre élevées, formant ordinairement le noyau des continens ou des îles, mais qui ont des pentes longues et étendues. Un plateau peut renfermer des montagnes, des plaines et des vallées; il y en a qui sont assez inclinés pour laisser écouler les eaux qui se rassemblent à leur surface : il y en a d'autres qui conservent pendant un long espace le même niveau, et où les rivières ne trouvent point de débouché. On voit des plateaux de cette dernière espèce en Europe, principalement en Croatie et en Carniole, mais ils ont de petites dimensions; pour les

voir en grand, il faut visiter la Tatarie, la Perse et le centre de l'Afrique. Ces plateaux ont un niveau général plus élevé que le reste des continens; ils semblent être les plus anciens massifs de la terre, et comme les noyaux autour desquels les terrains nouveaux se sont accumulés (1).

Les *montagnes* offrent, dans leurs formes extérieures, des variétés qui frappent l'œil le moins attentif, et qui doivent, à la première vue, faire présumer des différences dans la composition intérieure de ces massifs. Les plus hautes montagnes présentent le plus souvent le roc dans toute son affreuse nudité; mais la nature même des roches en fait varier la coupe et la forme : là, elles s'élancent en cristaux énormes, taillés par angles aigus, amoncelés et appuyés l'un contre l'autre; plus loin, des sommets arrondis couronnent des masses vastes et élevées, mais qui s'élèvent dans les airs avec moins de hardiesse. D'autres fois c'est un énorme escarpement qui découvre à l'œil effrayé toutes les entrailles de la montagne. L'imagination frappée désigne ces aspects sous les noms d'*aiguilles*, de *pics*, de *dents*, de *cornes*, de *dômes*, de *puys*, de *ballons* et de *brèches*. Après ces sommets arides, escarpés, déchirés ou arrondis, on voit s'étendre des montagnes qui portent le caractère de leur formation lente et successive; ces montagnes encore considérables, formées par des couches diversement inclinées, offrent généralement des formes variées à l'infini, à cause des affaissemens et des renversemens qui ont remué et tourmenté ces terrains. Ici c'est un amphithéâtre qui s'élève par gradins réguliers, comme le *Kinne-kul* en Westrogothie (2); là, c'est une masse coupée à pic, et présentant la figure d'un autel, comme le *mont*

(1) Nous verrons plus tard que la théorie des soulèvemens peut s'appliquer aussi à la formation de la plupart des plateaux, soit antérieurement, soit postérieurement à celle des dépôts auxquels ils servent de support.
J. H.

(2) Mémoires de l'académie de Stockholm, 1747, pl. III.

de la Table, près le cap de Bonne-Espérance; il y en a dans la Chine qui offrent l'image grossière d'une tête de dragon, de tigre ou d'ours (1); d'autres fois c'est un labyrinthe de rochers élevés comme des piliers, ainsi qu'on voit à Adersbach en Bohème, ou même une seule masse élevée en forme de quille comme le Mont-Aiguille dans le ci-devant Dauphiné (2); on en voit, auprès d'Envionne, dans le Valais (3), qui rappellent l'image des anciennes perruques moutonnées; mais la forme la plus commune est celle d'une suite d'assises ondulées ou sillonnées. Après ces montagnes du deuxième rang, on trouve des *collines* plus ou moins hautes, qui de tout côté n'offrent que peu d'élévation et des pentes peu rapides : elles sont sillonnées par les eaux courantes; ces collines descendent souvent par gradins et se perdent à la fin dans les plaines. Quelquefois leurs *falaises* ou escarpemens subits imitent les aspects pittoresques des hautes montagnes.

Les pics volcaniques s'éloignent de toutes ces formes communes; leurs masses coniques ou pyramidales se distinguent par leur régularité, même lorsqu'elles ont été tronquées par quelque accident. Leur front menaçant domine au loin les contrées voisines. Une apparence non moins particulière fait remarquer les montagnes basaltiques, lorsqu'elles ne sont point recouvertes par d'autres terrains; leurs escarpemens présentent des rangs serrés d'immenses piliers ou des chaussées qui semblent être l'ouvrage des géans. Mais la peinture de toutes les formes que prennent ces rochers nous entraînerait loin du sujet propre de ce Livre.

Il y a pourtant une bizarrerie de la nature que nous devons indiquer ici. Ce sont les *montagnes percées à jour*.

(1) *Osbeck*, Voyage à la Chine, 266 (en suéd.). — (2) *Lancelot*, les Merveilles du Dauphiné, dans les Mémoires de l'académie des inscriptions, tom. IX. — (3) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, § 1061.

Il y en a qu'on soupçonne de devoir cette forme, du moins en partie, aux travaux des hommes. La Pierre-Pertuise dans le Jura et le Pausilippe près de Naples, sont dans ce cas; mais la nature a laissé à d'autres phénomènes de ce genre l'empreinte de sa puissance. Le *Torghat* en Norvége est percé d'une ouverture de 25 toises de haut sur 500 de long; à certaines époques de l'année, on voit le soleil à travers cette voûte (1). Près de la Nouvelle-Zélande s'élève un arc de rochers, sous lequel les flots de la mer passent dans la haute marée. Ces phénomènes ne diffèrent des cavernes que par des localités qui ont donné à ces cavités une double issue au jour.

Un autre point de vue général sous lequel on peut considérer les montagnes, c'est leur rapport de position entre elles. Il y en a qui se trouvent *isolées;* c'est souvent le cas des pics volcaniques; c'est encore celui de plusieurs montagnes calcaires et autres. La Chine et l'Irlande en offrent un grand nombre d'exemples (2). Le rocher de Gibraltar et le mont *Aornos*, où une peuplade entière soutint un siége contre Alexandre (3), présentent ce spectacle. Le plus souvent, les montagnes sont groupées: tantôt les chaînes partent d'un noyau commun, en directions angulaires; tantôt le noyau est lui-même une haute chaîne courbée ou droite, d'où sortent çà et là des branches secondaires. On peut mettre les Alpes dans cette classe. Quelquefois on voit des groupes irréguliers de plusieurs chaînes, parmi lesquelles aucune ne peut être regardée comme la principale. Tel est l'ensemble des montagnes de l'Asie mineure et de la Perse. Mais le genre le plus remarquable, c'est celui des longues chaînes qui, à l'instar des Cordillères des Andes dans l'Amérique méridionale, se continuent pendant un espace de centaines ou de milliers de lieues, dans une direction

(1) *Pontoppidan*, Hist. natur. de la Norvége, I, 75-79 (en dan.).
(2) *Bergmann*, Géogr. physique, I, 171. — (3) *Quint.-Curt.*

presque constante, ayant, de côté et d'autre, des assises régulières de montagnes inférieures, mais ne détachant que peu de chaînes secondaires.

En général, toutes les chaînes des montagnes d'un même continent sembleraient avoir entr'elles une connexion plus ou moins sensible; elles en forment comme la charpente, et semblent avoir déterminé la figure qu'ont prise les terres: mais cette analogie, en la généralisant trop, nous induirait en erreur; on connaît plusieurs chaînes qui n'ont point, ou qui n'ont du moins que très-peu de liaison avec d'autres. Telles sont les montagnes de la Scandinavie et de l'Ecosse, montagnes indépendantes comme le génie des nations qui les habitent.

L'emploi même du terme *chaînes* exige beaucoup de précautions. Une chaîne peut être définie par une suite de montagnes dont la base se touche. Mais il ne faut pas pousser trop loin le sens du mot *base;* peut-être conviendrait-il à de sages observateurs de n'entendre par là que le pied visible de la montagne, ou tout au plus les couches souterraines qu'on peut suivre par des fouilles. Du moins, il faut se garder de considérer des traînées de collines ou de bancs de sable comme des continuations de chaînes.

Il est encore vrai de dire que le nom de *chaînes* n'est pas assez général, et qu'il serait mieux, en réservant ce terme pour les subdivisions, de se servir de celui de *système des montagnes* ou *massif*, pour l'ensemble de plusieurs chaînes (1).

(1) Il nous semble plus méthodique de diviser toutes les montagnes du globe en *systèmes*, en *groupes*, en *chaînes* et en *rameaux*, d'après la définition suivante :

Un *rameau* est un assemblage de montagnes peu considérables partant d'une chaîne.

Une *chaîne* est une réunion de montagnes importantes qui changent

Les montagnes, soit isolées, soit groupées, offrent de côté et d'autre des *pentes* douces et longues, ou rapides et escarpées. On doit remarquer principalement le fait général que la plupart des montagnes considérables ont une de leurs pentes très-escarpée, et l'autre très-douce. Les Alpes descendent plus rapidement du côté de l'Italie que de celui de la Suisse. Au contraire, les Dofrines ou Alpes scandinaves ont une descente beaucoup plus roide au nord-ouest et à l'ouest que vers le sud et l'est. Les Pyrénées sont plus roides du côté du sud que de celui du nord; les montagnes de l'Asturie ont leurs pentes dans le sens contraire; mais celles de la Sierra-Moréna, et surtout les Alpuxarras dans la province de Grenade, paraissent avoir leurs pentes roides au midi. Le mont Atlas, le mont Liban bordent la Méditerranée par des falaises escarpées; on sait du moins, à l'égard du Liban, qu'il a une pente douce vers l'Euphrate. Le mont Taurus (en le terminant aux sources de l'Euphrate) offre deux pentes très-différentes, car en Caramanie et en Anatolie, il a des escarpemens au midi et de très-longs plateaux au nord; en Arménie, au contraire, la pente au nord est très-rapide. Les Ghattes, sur lesquelles s'appuie le plateau du Dekhan dans l'Hindoustan méridional, ont des montées roides directement vers l'ouest et de longues pentes douces vers l'est. Ainsi, il n'y a aucune règle constante; tout dépend des circonstances locales. En général, cette inégalité des pentes n'a lieu que parce que les chaînes de montagnes, même les plus apparentes, ne sont en grande

quelquefois de nom lorsqu'elle occupe une grande étendue : elle peut être isolée comme elle peut faire partie d'un groupe.

Un *groupe* est la réunion de plusieurs chaînes qui se prolongent dans diverses directions.

Un *système* se compose de plusieurs groupes liés entre eux, quelles que soient leur étendue et leur élévation.

(Voyez nos articles *montagnes* et *systèmes de montagnes*, dans l'Encyclopédie moderne et dans l'Encyclopédie méthodique.) J. H.

partie que les bords escarpés des longs plateaux obliquement inclinés dont la surface du globe semble être composée. On doit distinguer les montagnes qui s'abaissent par *assises* ou *gradins*, ce qu'on attribue tantôt à l'affaissement des bancs d'une nature différente, tantôt à l'action des eaux qui jadis ont pu baigner les pieds de ces montagnes (1).

Les *vallées* sont formées par les écartemens des chaînes de montagnes ou de collines. Celles qui se trouvent entre les hautes montagnes sont ordinairement longues et étroites, comme si elles n'eussent été au commencement que des fentes entre les chaînes ou des lits de grands torrens. Leurs

(1) Quelques observations importantes méritent d'être ajoutées à ce qui vient d'être dit sur les montagnes.

Et d'abord il nous semble que l'on doit rejeter de toute bonne nomenclature géographique les dénominations de *montagnes primitives*, *secondaires*, etc., improprement admises pour désigner les différentes classes de montagnes considérées sous le rapport de leur élévation et de leur importance relatives. Laissons à la géologie employer encore ces distinctions dont on commence à sentir l'inexactitude : nous verrons plus tard quelles sont les roches que l'on a jusqu'à présent désignées comme *primitives* et *secondaires*. La géologie devant être désormais considérée comme d'un grand secours en géographie, et surtout en géographie physique, n'admettons point des termes propres à répandre de la confusion dans les idées : car des montagnes qui pourraient être regardées comme *secondaires* en raison de leur faible importance par le géographe, seraient considérées comme *primitives* par le géologue qui n'examinerait que l'époque relative de leur formation.

Lamouroux avait senti l'inconvénient attaché à ces dénominations de montagnes : nous modifierons légèrement les idées de ce savant. Nous appellerons donc *montagnes de premier ordre* les chaînes qui comprennent des sommets de 2500 mètres et au-dessus; c'est-à-dire celles qui, dans les régions tempérées, sont le séjour des neiges perpétuelles, et celles qui, dans les régions équinoxiales, ne portent des neiges qu'à une hauteur presque double. Les *montagnes de deuxième ordre* sont au-dessous de la limite des neiges, mais atteignent ou surpassent la région des sapins. Les *montagnes de troisième ordre* comprennent celles qui n'atteignent pas la limite des arbres forestiers, mais dont la végétation diffère de celle de la plaine. Enfin les *collines* sont des sommités peu considérables dont les plantes sont les mêmes que celles de la plaine.

J. H.

angles de direction offrent quelquefois une symétrie singulière. « On voit dans les Pyrénées, dit *Ramond* (1), des val-
» lées dont *les angles saillans et rentrans* correspondent si
» parfaitement, que si la force qui les a désunis venait à
» s'opérer en sens contraire, leurs coteaux s'uniraient en-
» semble, sans qu'on pût en apercevoir la soudure. » Ce fait a, pour la première fois, été observé dans les Alpes, par Bourguet, qui l'a trop généralisé (2); car il y a de hautes vallées d'un genre tout différent. On en voit qui ont une grande étendue en longueur, sans être coupées par angles; elles ne forment presque que des plaines élevées; telles sont principalement celles qui se trouvent le long des chaînes principales, comme le Valais. Il y en a d'autres grandes, arrondies ou renflées : la Bohème ou le Cachemire en sont des exemples; on dirait qu'elles ont été des bassins de quelque lac ancien qui s'est écoulé en brisant les digues que lui opposaient les montagnes environnantes. Cette hypothèse, développée par *Lamanon* et *Sulzer* (3), semble même une des mieux prouvées de celles que les géologues ont proposées. Il y a encore de hautes vallées qui renferment des fleuves et des lacs qui n'ont aucun écoulement; on en voit un exemple mémorable au Pérou, dans la grande vallée qui renferme le lac de Titicaca. On en connaît à peu près quelques unes, et l'on en découvrira un jour bien d'autres dans l'intérieur de l'Afrique. Déjà, nous en avons beaucoup d'exemples dans l'Asie centrale.

Les hautes vallées offrent encore d'autres choses remarquables dans leur forme. Les unes ont des pentes égales de tous les côtés; les autres n'ont qu'une seule pente large et du

(1) Observations sur les Pyrénées.

(2) *Mémoire sur la théorie de la terre*, à la suite des *Lettres philosophiques sur les sels et cristaux*, pag. 181. Comp. *Buffon*, *Histoire naturelle*, édit. in-12, tom. I, p. 105.

(3) *Sulzer*, Encyclopédie méthodique. Géographie physique, I, au mot *Delamétherie*, § 1514 *sqq*.

côté opposé des falaises escarpées. La plupart de ces vallées ont le niveau de leur sol égal aux sommets des montagnes secondaires voisines; le niveau du *lac de Joux*, dans une vallée des monts Jura, est considérablement plus élevé que le niveau du lac de Genève (1).

Rarement on voit les hautes vallées s'élargir successivement et s'identifier peu à peu avec les plaines. La plupart du temps elles sont presque barrées par un angle saillant de la chaîne de montagnes qui leur sert de ceinture. L'espèce de détroit par lequel on entre dans la vallée, s'appelle *passe* ou *défilé*, et comme jadis chaque vallée renfermait une petite peuplade indépendante, on appelait ces passes les *Portes des Nations*. Telles étaient les *Portes du Caucase*, les *Portes Caspiennes*, la *Passe d'Issus*, célèbre par une victoire d'Alexandre; les *Thermopyles*, immortalisées par le dévouement des Spartiates; les *Fourches-Caudines*, où Rome vit humilier la gloire de ses armes injustes. Il y a entre la Suède et la Norvége une de ces portes, formée par plusieurs masses de rochers presque exactement taillés en parallélogrammes oblongs, et qui laissent entr'eux des chemins bordés de murailles à pic : cette passe est près de Skiærdal. Une autre, également coupée perpendiculairement, se trouve dans le *Portfield*, ou Montagne de la Porte (2). Ces ouvertures sont exactement semblables à celles par lesquelles le fleuve Hudson, aux États-Unis, traverse, l'une après l'autre, les chaînes de montagnes qui semblaient devoir barrer son cours (3). La Cordillère des Andes offre les portes les plus énormes que l'on connaisse; il y en a de 7 à 800 toises de profondeur (4).

Les basses vallées se présentent sous un caractère très-

(1) *Saussure*, Voyages, § 376 *sqq*.

(2) *Bergmann*, Géographie physique, I, 185. *Cronstedt*, Description de la Iemtie, dans les Mémoires de l'acad. de Stockholm, 1763, p. 275.

(3) *Kalm*, Voyage d'Amérique, III, 161 (en suédois).

(4) *Humboldt*, Vue des Cordillères, p. 9.

différent; elles s'élargissent à mesure qu'elles s'éloignent des montagnes de second ordre d'où elles partent; peu à peu elles se confondent avec les plaines. Leurs angles saillans et rentrans correspondent régulièrement; mais ils sont très-obtus.

« La plupart des vallées sont arrosées par des cours d'eau proportionnés à leur grandeur; les montagnes qui les garnissent à droite et à gauche, ou à leur naissance, sont sillonnées par une multitude de sources et de ruisseaux; d'autres vallées moins importantes aboutissent toujours à la principale, et fournissent des affluens aux cours d'eau qui occupent le fond de celle-ci. Dans les hautes montagnes, elles se disposent de deux manières différentes, dont Saussure a déterminé les principaux caractères avec sa sagacité habituelle : ainsi, il a distingué les *vallées longitudinales* des *vallées transversales*.

» Les vallées longitudinales sont toujours parallèles aux chaînes principales au milieu desquelles elles sont creusées; les vallées *transversales* les coupent, soit obliquement, soit à angles droits.

» Ceux qui ont quelque connaissance des montagnes savent que le point de départ de deux rameaux est ordinairement marqué par un exhaussement plus ou moins considérable, et que la naissance de deux vallées l'est par une dépression. Ces dépressions portent, dans les Alpes et dans les deux extrémités des Pyrénées, le nom de *cols;* mais au centre de ces dernières, on les appelle *ports*. Ces deux expressions synonymes désignent aussi les passages qui servent de communication d'un versant à l'autre de la même montagne. Entre deux cols voisins, se trouve une partie du faîte resté isolé, une *cime*. Les *cols* sont les points de départ de deux vallées opposées; les *cimes*, au contraire, sont les points de départ de deux rameaux opposés.

» Il est encore dans les vallées un point important à con-

sidérer : c'est la ligne longitudinale qui occupe la partie la plus basse dans toute sa longueur. Ainsi les deux côtés d'une vallée se joignent, en formant à droite et à gauche une pente plus ou moins rapide, comme les deux versans d'un même rameau ou d'une même chaîne se terminent en un plateau sur une ligne qui règne sur toute sa longueur. Cette ligne porte le nom de *faîte* : la ligne qui se prolonge aussi au fond des vallées, et dans toute leur longueur, a reçu le nom de *thalweg*. Ce mot allemand, adopté en français comme expression technique, signifie *chemin de vallée* (1). »

Les *plaines* sont, comme les vallées, de deux classes : les *plaines hautes*, qui se trouvent entre les grandes chaînes de montagnes, sont souvent très-étendues, et comme posées sur le dos des montagnes de second ordre : telles sont les plaines élevées de la Tatarie, de la Perse, et probablement de l'intérieur de l'Afrique. Les plaines de Quito sont à 2000 toises d'élévation au-dessus de la mer ; celles de Kara-korum, dans la Mongolie chinoise, ne leur cèdent peut-être pas.

Les *plaines basses*, couvertes de sable, de gravier, de coquillages, semblent être récemment sorties du sein des eaux, soit qu'elles aient formé les bassins des mers intérieures, comme les plaines au nord de la mer Caspienne, la steppe de Baraba ou de Barama entre l'Obi et l'Irtyche, vaste plaine de 144 lieues du nord au sud et de 95 de l'ouest à l'est, couverte d'une grande quantité de lacs ; la plaine salée qui entoure l'oasis de Hami au sud de la chaîne du Thian-chan, et que les Chinois nomment la *mer desséchée* (Hanhaï) (2) ; la grande plaine au sud de la

(1) Voyez notre article *Vallées*, dans l'Encyclopédie méthodique et dans l'Encyclopédie moderne. J. H.

(2) *Humboldt*, Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques, tom. I. Paris, 1831.

Baltique, celle qui arrose la rivière des Amazones : soit que, dues à des atterrissemens, elles aient été couvertes des eaux de l'Océan et de ses golfes, comme le Téhama de l'Arabie, le Delta de l'Egypte et autres plaines semblables.

Les *côtes* de la mer et des lacs méritent aussi une grande attention, ce sont les bords extrêmes de nos systèmes de montagnes. Il y a des *côtes escarpées*, c'est lorsqu'un sol de roche s'étend, soit à découvert, soit sous terre jusqu'aux rivages, comme en Galice, en Bretagne, en Norvége, en Ecosse. Ce genre de côtes offre encore deux subdivisions. 1° Les *côtes escarpées et dentelées :* elles sont ceintes de rochers, soit au-dessus, soit au-dessous de l'eau. Ces rochers forment souvent des labyrinthes d'îles qui entourent les côtes; tels sont le *jardin du roi* et celui *de la reine* près de Cuba, l'*archipel de Mergui* dans les Indes, les côtes de la Nouvelle-Galles-du-sud, le *Skiergård* de Norvége et de Suède. Il faut subdiviser cette classe selon que les escarpemens des côtes sont dus à de vrais rochers granitiques et autres, ou à ces masses de coraux créées par les polypes, et qui remplissent les mers entre les deux tropiques. 2° Quelquefois les côtes s'enfoncent tout d'un coup sous l'eau et laissent la mer libre; ce sont des *côtes par escarpement* proprement dites, ou, comme on les appelle encore, des *falaises;* telles sont celles qui bordent la Manche en France et en Angleterre; telles sont, pour la plupart, celles de la Méditerranée et de la mer Noire; seulement la Dalmatie et quelques parties de l'Archipel se rapprochent de la subdivision précédente. L'Amérique n'offre presque pas d'autres côtes vers l'océan Pacifique, à commencer par le cap Horn, et en allant jusqu'au détroit de Béring; c'est la plus longue falaise qu'il y ait sur le globe. Les marins nomment *acore* une côte qui s'enfonce rapidement, et *saine* celle qui n'est point hérissée d'écueils.

Les *côtes basses* sont formées par des terrains argileux et

mous, et qui s'abaissent par pentes douces; on peut distinguer: 1° les *côtes par collines;* telles sont celles de toutes les îles danoises, de la Scanie et de la Poméranie; on n'y trouve que de petites falaises calcaires. Ces sortes de côtes semblent appartenir aux lacs et aux petites méditerranées, quoique souvent aussi ces sortes de bassins soient entourés d'escarpemens aussi grands que ceux qui bordent l'Océan. 2° Les *côtes par dunes* et atterrissemens; elles se présentent comme des plaines sablonneuses ou marécageuses qui se perdent par une pente douce sous l'eau; mais elles sont de différentes natures: tantôt ce sont, comme en Gascogne et en Jutland, d'anciennes côtes par collines, autour desquelles les vagues de la mer ont amoncelé des amas de sables, fixes ou changeans; tantôt ce sont à la fois des dunes amassées par la mer, et des atterrissemens apportés par les fleuves, comme en Hollande, en Egypte, à l'embouchure du Mississipi. Souvent la mer forme des atterrissemens limoneux, comme les terres noyées des côtes de la Guyane française. Les côtes basses sont quelquefois exposées sans aucun rempart naturel à toute la fureur des flots; c'est alors qu'on peut dire avec *Tacite*, qu'il est douteux si c'est une partie de la terre ou de la mer; il y en a qui sont garanties contre les flots par un enchaînement de dunes fixes et mêlées de rochers, comme l'est le Nord-Jutland; on sait que les Hollandais, en imitant par un art patient ces remparts naturels, ont conquis sur l'Océan le sol de leur patrie.

Les îles d'une étendue considérable offrent en petit les mêmes circonstances que les continens en grand; mais les petites îles méritent un coup d'œil à part. On peut les classer de diverses manières; elles sont *isolées* ou rassemblées en *groupes*, ou rangées par *chaînes*. Parmi les *îles plates*, il y en a qui ne sont que des bancs de sable s'élevant à peine au-dessus des eaux; d'autres fois ce sont des

amas de coquilles ou de débris fossiles comme les îles de Liakhof au nord de la Sibérie, qui ne sont qu'un amas de glaces, de sables et d'argile, renfermant une immense quantité d'ossemens d'éléphans et de bois pétrifié; la plupart des îles de la mer du Sud, créées ou du moins agrandies par les polypes, ne consistent qu'en coraux ou madrépores.

Parmi les *îles élevées*, on en trouve un très-grand nombre qui doivent leur origine, du moins en partie, à l'action des volcans qui ont soulevé le sol ou percé l'ancien sommet de l'île, et, en rejetant toujours des laves par leur cratère, ont formé, par une accumulation lente, ces énormes pics qui servent au loin de guide aux navigateurs.

Lorsqu'on voit des îles en groupes très-rapprochés, il est permis de soupçonner que ce ne sont que les sommets d'un plateau sous-marin. De même, lorsqu'elles se suivent de très-près dans une direction constante, elles sont les éminences ou le dos d'une chaîne de montagnes sous-marines. Une telle chaîne, placée devant un promontoire de continent, ou sur la même ligne que les montagnes de cette terre, semble ne faire qu'un ensemble avec celle-ci. Ainsi, il est évident que les îles Kouriles lient l'Yeso au Kamtchatka, de même que la chaîne des grandes et petites Antilles rattache les deux Amériques. Mais il faut que les intervalles qui séparent les îles, aient assez peu de largeur ou soient assez remplis d'écueils et de bas-fonds pour ne point admettre une solution de continuité entre les bases de ces montagnes maritimes. Aussi la connexion supposée entre les Açores, les Canaries et le mont Atlas en Afrique, quoique possible, a besoin d'être prouvée par des sondes multipliées.

Les montagnes n'ont en général aucune direction exactement régulière; les chaînes serpentent toujours et se perdent souvent dans des plateaux.

Il n'est donc plus permis, en s'abandonnant à une vive imagination, de nous tracer des *chaînes terrestres* et *sous-marines* et une *charpente du globe* qui n'a point d'existence dans la nature (1). Il ne suffit pas de voir sur une carte qu'il y a dans tel endroit un partage des eaux; il y a beaucoup de partages d'eaux dans le monde, qui n'offrent aucune trace de montagnes, mais seulement de longs plateaux qui s'élèvent en pente douce de côté et d'autre, souvent pendant l'espace d'une centaine de lieues. Il n'y a que des collines au centre de la Russie européenne, quoiqu'on y trouve le partage d'eaux entre quelques uns des plus grands fleuves de l'Europe. Que dis-je? il y a même dans la Pologne russe entre le Niemen et la Duna d'un côté, et le Dnieper avec le Dniester de l'autre, un point de partage qui n'offre aucune élévation sensible, et où, à la place des montagnes figurées par Buache, les voyageurs ne trouvent qu'une plaine marécageuse; mais vers le milieu du cours du Dnieper, on voit s'élever un terrain montueux et rocailleux que ce fleuve traverse en suivant une fente profonde dans laquelle il coule (2). Le Niemen de son côté fait le tour des collines de la Prusse orientale bien plus élevées que le partage des eaux, ainsi que le montre la *fig.* 50, donnant le profil de l'Europe entre la mer Baltique et la mer Noire. Quelle différence de ce profil à celui qu'offre la même partie du monde, coupée dans la direction des golfes de Gênes et d'Hambourg (*fig.* 51), ou à ceux du plateau de Mexique (*fig.* 52) et de l'Amérique méridionale (*fig.* 53), l'un copié d'après M. de Humboldt, l'autre dessiné d'après des données tirées de ses Voyages! On peut juger quelle absurdité

(1) *Ph. Buache*, Essai de Géographie physique, dans les Mémoires de l'académie des sciences, 1752, p. 399. Comp. *Lehmann*, Specimen chorographiæ generalis, tractus montium primarios sistens. Petrop., 1762.

(2) Carte hydrograph. de Pologne, de *Roustan* et *Komarzewski*. Carte de *Rizzi-Zannoni*. Notes données par MM. *Stibielowitz* et *Niemcewski* de Wilna.

ferait naître l'usage d'un système général quelconque, pour deviner des faits dont l'observation seule peut nous apprendre à connaître l'étonnante variété.

Le système de Buache nous a procuré ces *chaînes sous-marines*, qui n'existent point en grande partie, mais qui cependant ne cessent pas de figurer dans quelques théories de la terre. Une île isolée, un banc de sable, un brisant ou rocher à fleur d'eau, voilà tout ce qu'il a fallu à *Buache* pour supposer une chaîne sous-marine entre des parties du monde très-éloignées l'une de l'autre. Quelquefois il ne daigne pas même donner un prétexte à ses suppositions; par exemple, il veut que l'Islande, les îles Fœroë et celles de Shetland forment une montagne sous-marine entre le Groënland et la Norvége. Cependant il y a une mer assez profonde entre la Norvége et le Shetland; la direction des montagnes est parallèle et non pas convergente; ses chaînes paraissent ne devoir jamais coïncider. Encore, la nature basaltique du sol de l'Ecosse, de l'Irlande, de Fœroë et de l'Islande, semblerait indiquer une liaison ancienne des îles Britanniques avec le Groënland plutôt qu'avec la Norvége. De même, les chaînes sous-marines de la mer du Sud ont en général une direction tout-à-fait différente de celle que Buache leur avait donnée d'après les découvertes incomplètes de son temps. Elles n'ont pas la moindre liaison, ni avec le Mexique, ni avec l'Amérique méridionale, pas plus qu'avec la terre australe imaginaire. Plusieurs de ces chaînes d'îles, et principalement celles qui sont les plus isolées, ont une direction très-remarquable, mais entièrement opposée au système de Buache; elles s'étendent du nord-ouest au sud-est, dans la direction de l'axe magnétique du globe.

Examinons pourtant si, aux hypothèses erronées de nos prédécesseurs, nous pourrions substituer des vues générales plus conformes à la vérité, en découvrant quelque analogie

constante dans la direction des montagnes des deux grands continens.

Si nous tirons une ligne du centre du Tibet à travers la Mongolie chinoise vers Okhotsk et de là vers le cap Tchutchi, ou le promontoire oriental de l'Asie, cette ligne coïncidera en général avec une immense chaîne de montagnes qui court du sud-ouest au nord-est, et qui partout descend très-rapidement vers la mer des Indes et l'océan Pacifique, tandis qu'au contraire elle s'étend vers la mer Glaciale en plaines et collines secondaires. Il est probable qu'on pourra un jour rapporter à la même règle la chaîne de Lupata, dite l'Épine du monde, en Afrique; du moins cette chaîne court du cap de Bonne-Espérance à celui de Guardafui, dans une direction sud-sud-ouest, et nord-nord-est, ainsi à peu près dans la même direction que la grande chaîne de l'Asie; mais nous ignorons la disposition des pentes de ces montagnes. Nous pouvons regarder les monts de l'Arabie heureuse, très-élevés et escarpés (1), comme le chaînon qui lie les monts Lupata aux plateaux et aux montagnes de la Perse qui viennent du Tibet.

Si nous suivons les côtes occidentales de l'Amérique, depuis le détroit de Béring qui ne forme presque point d'interruption sensible jusqu'au cap Horn, nous ne trouvons qu'une chaîne non interrompue des plus hautes montagnes qu'il y ait sur le globe; de temps en temps cette chaîne se retire un peu dans l'intérieur, mais le plus souvent elle borde immédiatement le Grand-Océan par d'immenses falaises, et souvent par d'épouvantables précipices. De l'autre côté, l'écoulement des lacs et la direction des grandes rivières montrent assez que toute la surface de l'Amérique s'incline peu à peu vers l'océan Atlantique.

Il résulte de ces observations combinées que les plus grandes chaînes de montagnes sur le globe sont rangées en

(1) *Seetzen*, dans *Zach*, Corresp. astron., XI. Voyez ci-après *Arabie*.

arc de cercle autour du Grand-Océan et de l'océan Indien; qu'elles semblent offrir le plus souvent des descentes rapides vers cet immense bassin qu'elles entourent, et de longues pentes sur les côtés opposés; enfin que, depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au détroit de Béring, et de là jusqu'au cap Horn, l'œil même de l'observateur le plus timide, croit entrevoir quelques chaînons d'un arrangement aussi surprenant par son uniformité qu'il l'est par l'immense étendue du terrain qu'il embrasse.

Arrêtons un instant nos regards sur ce grand fait de géographie physique. Si nous nous plaçons dans la Nouvelle-Galles du Sud, le visage tourné au nord, nous voyons à notre droite l'Amérique, à la gauche l'Afrique et l'Asie. Ces continens, que naguère notre imagination n'osa rapprocher, considérés de ce point de vue, ne forment plus qu'un tout, dont la structure, en tant qu'elle est connue, offre dans ses grands traits une symétrie étonnante. Une chaîne d'énormes montagnes entoure un énorme bassin; ce bassin, partagé en deux par un vaste amas d'îles, baigne souvent de ses flots le pied de cette grande chaîne de premier ordre. Or, cette immense bande de granite et de porphyre, quand s'élança-t-elle du sein des flots? Ou quand s'écroulèrent-elles dans les profondeurs de l'Océan ces hautes montagnes de second ordre dont la chute simultanée a pu former cette falaise continuelle qui règne autour du globe? Admettrons-nous que la terre était jadis, comme Saturne, entourée d'un *anneau*, et que cette voûte céleste, dérangée dans son équilibre (1), s'est précipitée sur la surface du globe? Mais où s'égare notre imagination trop enhardie par le séduisant éclat d'une analogie susceptible d'être contestée? Rappelons-nous que, dans l'ancien continent, les vastes régions de l'Inde et de la Chine, contrairement à l'analogie

(1) Comp. *Laplace*, Système du monde, l. IV, ch. IX, pag. 255 de la 3e édition.

indiquée, se trouvent au sud de cette grande ceinture de montagnes; la presqu'île au-delà du Gange joint même ce groupe étonnant des pays brisés et entrecoupés qui remplissent le milieu du grand bassin; c'est comme un chaînon qui lie au continent d'aujourd'hui ces superbes débris d'un continent d'autrefois, d'un hémisphère qui semble s'être écroulé tout entier (1).

Si nous considérons sous le même point de vue la presque totalité des deux continens qui se trouve, par rapport au Grand-Océan, *au-delà* de cette chaîne principale du globe, nous y voyons la *plus grande partie* des plateaux et des chaînes de montagnes s'incliner peu à peu vers l'océan Atlantique; cette étendue des mers, toute vaste qu'elle est, ne paraît alors qu'un canal, si on la compare au grand Océan Pacifique. Les falaises qui bordent l'océan Atlantique ne sont nullement comparables aux escarpemens du cap de Bonne-Espérance et du cap Guardafui, aux précipices qui entourent les mers de Kamtchatka, de Pérou et de Chili.

On s'attend peut-être à trouver également une certaine analogie générale entre les montagnes sous le rapport de leur élévation, mais avouons d'abord que nous sommes encore bien moins instruits de la hauteur que de la direction des principales chaînes de montagnes. Les mesures, soit trigonométriques, soit conclues par le niveau du mercure dans le baromètre, n'ont guère été prises qu'en Europe et en Amérique. Or, dans ces considérations générales sur le globe, l'Europe ne saurait être regardée comme un point important, ni surtout comme un point de comparaison bien sûr: si nos Alpes, dont les sommets tels que le *Mont-Blanc*, le *Mont-Rosa*, l'*Ortelos*, ne s'élèvent qu'à 14 ou 15,000 pieds, tandis que les sommets des Cordillères, le *Chimborazo*,

(1) Nous verrons au Livre XXXIX que la théorie du Soulèvement justifiée par des faits incontestables, explique l'origine de la plupart des montagnes. J. H.

l'*Antisana*, le Pichincha et le Nevado de Sorata s'élancent à 19,000 et 20,000, est-ce une raison pour en conclure que les montagnes croissent en élévation vers l'équateur? Cette conclusion est fausse, puisque les Andes du Chili passent pour être aussi hautes que celles du Pérou (1), que les volcans du Mexique ne le cèdent que très-peu à celles de Quito, et que le Javahir dans la chaîne de l'Himalaya dépasse 20,500 pieds. Nous croyons en conséquence devoir réserver pour les descriptions des parties du monde, le peu de comparaisons générales auxquelles peuvent donner lieu les montagnes dont l'élévation est déterminée.

(1) *Molina*, Histoire naturelle du Chili.

LIVRE TRENTE-DEUXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De l'Eau, en général. — Sources, Rivières, Fleuves et Lacs.

L'eau, dans son état pur, est un fluide transparent, sans couleur, sans odeur, jouissant d'une grande mobilité; elle se présente sous trois formes d'agrégation : comme un solide; alors elle porte le nom de *glace;* comme un liquide, c'est l'eau, dans le sens vulgaire du mot; enfin comme une vapeur, un gaz atmosphérique.

On avait long-temps regardé l'eau comme un élément; mais la chimie moderne compte parmi ses triomphes la découverte des substances élémentaires dont l'eau est composée. C'est de 85 centièmes parties de gaz oxigène (air pur), combinées avec 15 centièmes parties de gaz hydrogène (air inflammable), que naît l'eau dans son état de pureté. Mais elle ne se trouve presque jamais pure; elle tient en dissolution des parties siliceuses, calcaires, métalliques, des acides, du soufre. L'air est dissous par l'eau, qu'il dissout à son tour et en plus grande proportion. Il est même probable que toute la terre, ou du moins la croûte extérieure de ce globe, a été dans un état de dissolution mécanique ou chimique par un fluide aqueux. Nous allons suivre une marche indépendante de tout système, en commençant par ce qui est plus à la portée de nos observations, et en allant du plus petit au plus grand.

Les *sources* sont de petits réservoirs d'eau qui reçoivent les eaux des terres voisines par de petits canaux latéraux, et qui répandent leur trop plein, soit par écoulement, soit d'une autre manière quelconque.

L'origine des sources ne saurait être attribuée exclusivement à une seule cause. La nature, simple dans ses lois générales, emploie une grande variété de moyens. Ainsi, la précipitation des vapeurs atmosphériques, la fonte des neiges et des glaciers, l'infiltration des eaux marines, l'action capillaire du sol, le soulèvement des vapeurs souterraines, l'action de la pesanteur qui entraîne les liquides vers les parties basses des couches terrestres, concourent également à la formation des sources.

« Dans les montagnes d'une grande élévation, dans celles, surtout, qui sont couvertes de neiges éternelles, la formation des sources paraît être un phénomène aussi simple dans son origine qu'il est curieux dans ses effets, lorsqu'on examine ces magnifiques cascades, ornemens des grandes chaînes du globe. Les glaciers, accumulés sur leurs sommets, éprouvent, non seulement au retour du printemps et de l'été, une fonte plus ou moins considérable, qui n'est que l'effet de l'action solaire, mais encore on ne peut nier qu'ils n'en éprouvent une journalière, quoique invisible.

» Cette fonte forme les sources, si abondantes dans les grandes montagnes; mais l'effet cesserait à la longue si la cause ne se renouvelait. Les vapeurs qui s'élèvent sans cesse de la surface des eaux et de tous les lieux humides montent dans l'atmosphère, suivent les courans qu'elles y rencontrent, et, lorsqu'elles arrivent sur les sommets glacés, elles s'y condensent : une partie se convertit en eau, qui coule sur les flancs du glacier; une autre partie, convertie en glace, contre-balance l'effet de la fonte dont nous venons de parler.

» Lorsque les montagnes ne supportent point de glaciers, leurs pics isolés ne s'entourent pas moins de vapeurs, qui s'y accumulent en forme de couronnes de brouillard ou de nuages. Une partie des molécules qui forment ceux-ci est en contact avec les montagnes; elle s'y condense,

se résout en eau, qui pénètre dans les fentes si nombreuses sur les sommets élevés, s'insinue entre les couches des roches appelées primitives, et qui sont disposées presque verticalement (1). »

Les montagnes attirent vers elles les nuages et les brouillards; c'est une observation qui s'offre d'elle-même à ceux qui ont vécu quelque temps dans des pays montagneux. Comme le froid devient plus vif à mesure qu'on s'élève dans les airs, il est aussi nécessaire qu'il tombe plus de neiges et qu'il se forme plus de glaces dans les endroits élevés que dans les plaines. Voilà les deux principales causes visibles qui contribuent à imbiber les montagnes de cette grande quantité d'eau qu'elles versent de toutes parts. Mais sont-elles les seules? Les grands lacs situés à des hauteurs considérables, les glaciers qui couvrent les Alpes, ont-ils pu être formés successivement par les pluies et les neiges? ou faut-il admettre que l'eau, dans l'origine des choses, à l'époque des grandes cristallisations, s'est réunie par affinité élective à certaines substances, de préférence au reste de la terre?

L'opinion des anciens et de Descartes, qui attribuait la naissance des sources à l'infiltration des eaux de la mer, n'est pas entièrement détruite. Il est vrai que toutes les eaux courantes ont leurs sources infiniment élevées au-dessus du niveau de la mer. L'infiltration directe des eaux marines n'a lieu que pour quelques étangs, qui ne sont séparés de la mer que par des terrains plats et sablonneux. Mais le phénomène des tubes capillaires peut avoir lieu dans l'intérieur de la terre; les eaux de mer, dégagées de leurs élémens salins et amers, peuvent remonter par les pores imperceptibles de plusieurs roches, d'où elles se dégagent par la chaleur pour former ces vapeurs souterraines, auxquelles plusieurs sources doivent leur origine. On peut citer l'exem-

(1) Voyez notre article *Sources*, dans l'Encyclop. méth. J. H.

ple des Chartreux qui, voyant leurs sources se dessécher, et apprenant en même temps que des vapeurs épaisses sortaient d'une carrière voisine nouvellement ouverte, achetèrent cette carrière, la fermèrent et virent leurs sources reparaître (1). Un fait semblable est arrivé en Esclavonie (2). Quant au changement de la nature saline des eaux de mer, il est prouvé par la diminution de salure dans des sources, évidemment nées d'infiltrations (3). Les sources douces dans les Bermudes s'élèvent et s'abaissent avec la mer aussi bien que les sources salées (4).

On avait prétendu que les eaux de pluie ne pénétraient pas à une grande profondeur dans les terres, qu'elles étaient entièrement absorbées par les premières couches de terre, et d'ailleurs en trop petite quantité pour nourrir tant de larges rivières et de fleuves impétueux. Mais observons la disposition des couches qui composent la surface du globe; nous les trouverons plus ou moins inclinées, renversées et fendillées par les suites des révolutions qu'elles ont subies, ou des soulèvemens qui les ont formées. Les eaux pluviales s'écoulent rapidement entre les interstices et les fentes de ces couches supérieures, et ne s'arrêtent que lorsqu'elles sont parvenues aux *argiles;* c'est là le terme ordinaire de leur infiltration; c'est leur réservoir naturel. Les observations ont d'ailleurs prouvé que les eaux pluviales s'infiltrent jusqu'à de grandes profondeurs. En Auvergne (5), on les voit pénétrer dans les houillères à 250 pieds de profondeur; dans la Misnie on a vu, à 1600 pieds de profondeur, les eaux de pluie s'égoutter de la voûte d'une mine (6).

(1) *Perrault*, OEuvres diverses, p. 819.
(2) *Bergmann*, Ibid., 331.
(3) *Lulof*, Géog. physique, § 358.
(4) *Norwood*, Philosoph. Transaction abridg., II, 298.
(5) *Le Monnier*, Observ. d'hist. nat., p. 194.
(6) *Muschenbroek*, Instit. phys., § 894.

Les neiges et les glaces donnent sans doute, dans certaines contrées, naissance à une plus grande quantité d'eau courante que les pluies, les rosées et les vapeurs aqueuses de l'atmosphère. Mais, pour concevoir combien l'effet lent et continuel de celles-ci contribue en général à la formation des sources, on n'a qu'à considérer l'Apulie et d'autres presqu'îles dépourvues d'eau courante, parce que leurs montagnes n'offrent pas une masse assez large et élevée pour attirer et retenir les vapeurs aqueuses de l'atmosphère. De même, puisque c'est de la mer que l'atmosphère pompe de l'eau sous une forme gazeuse, il est aisé de voir pourquoi l'intérieur des grands continens, comme ceux de l'Afrique et de l'Asie, contient tant de déserts arides. Si les deux Amériques sont plus abondamment arrosées, elles le doivent à la masse et à l'élévation de leurs montagnes, ainsi qu'à la continuité de leurs pentes.

Car l'eau qui circule à la superficie du globe n'a généralement d'autre principe de mouvement que son propre poids et la pente du terrain. C'est cette pente qui la porte de montagne en montagne, de vallée en vallée, jusque dans le bassin de la mer.

Les *fontaines intermittentes*, surtout lorsque leurs abaissemens et leurs retours suivent des périodes régulières, excitent l'étonnement du peuple qui les décore du titre de *fontaines miraculeuses*. La fontaine périodique de Côme, dans le Milanais, a été décrite par *Pline;* elle s'élève et s'abaisse d'heure en heure. La ville de Colmars, en France, dans le département des Basses-Alpes, en a une qui s'élève et s'abaisse huit fois dans une heure. Il y en a une à Fronzanches, dans l'ancienne province du Languedoc, dont le haussement périodique retarde tous les jours de 50 minutes. La *Fontaine ronde*, sur le chemin de Pontarlier à Touillon, dans le département du Doubs, s'élève avec bouillonnement. « Celle de Boulaigne, près Fré-

cinet, dans le département de l'Ardèche, reste quelquefois plus de vingt ans sans couler; puis elle reparaît durant un ou deux mois, souvent même une année, mais jamais au-delà; pendant les époques où elle coule elle offre encore des intermittences qui durent environ une heure. Celle de *Fontestorbe*, c'est-à-dire la *fontaine interrompue*, près Belesta, dans les Pyrénées, est l'une des plus curieuses : pendant les saisons de sécheresse, l'eau coule environ une demi-heure en assez grande abondance pour faire tourner un moulin, puis l'écoulement cesse durant un même espace de temps; quelquefois on la voit employer 16 minutes à augmenter de niveau, 8 à se maintenir à son maximum, 31 à baisser de nouveau et 8 à s'interrompre tout-à-fait, en sorte que la durée de l'intermittence est de 63 minutes. A peine a-t-elle atteint son plus grand abaissement qu'on la voit s'augmenter (1). » Le *Buller-born*, en Westphalie, fait un grand bruit à ses retours périodiques. Près de Brest, un puits, éloigné de 75 pieds de la mer, s'abaisse avec la haute marée, et s'élève lorsque la mer baisse. L'Angleterre fournit plusieurs exemples de ces sources; une surtout près Torbay, en Devonshire, et une à Buxton, dans le comté de Derby. Il y en a, selon *Gruner*, une source à *Engstler*, dans le canton de Berne, qui a une double intermittence annuelle et journalière (2). Mais, parmi ces sources, dont il serait facile de citer encore beaucoup d'exemples, aucune n'offre une marche parfaitement régulière.

Les *sources jaillissantes* qui forment quelquefois des jets d'eau naturels, suivent les mêmes lois d'équilibre que les autres sources. Seulement, les canaux qui leur fournissent de l'eau, doivent venir de lieux très-élevés et par une pente rapide; les eaux portées de cette manière à un réservoir souterrain, où elles se trouvent à l'étroit, s'élancent

(1) Voyez notre article *Sources*, dans l'Encyclop. moderne. H. H.
(2) *Scheuchzer*, Iter Alpin., 26, II, 404.

par la pression, de la même manière que les jets d'eau, dont l'art embellit nos jardins.

Les *jets d'eau bouillante* qui paraissent accompagner les volcans, suivent probablement les mêmes lois. Cependant un naturaliste français a cru que les majestueux phénomènes des sources, dites *Geyser*, en Islande, sont produits par des vapeurs souterraines, lesquelles subitement développées, viendraient soulever une masse d'eau rassemblée dans l'ancien cratère d'un volcan (1). Mais les bassins des Geyser reçoivent probablement leurs eaux des hauteurs qui les avoisinent. « Ces sources sont à la fois jaillissantes et intermittentes. Malgré l'opinion avancée par Delamétherie, les *Geyser* qui, dans la langue islandaise, signifient *furieux*, n'occupent point d'anciennes bouches volcaniques. Dans la vallée de Rykum, on en trouve près de cent sur une circonférence d'environ une lieue. MM. Polvesen et Stanley en ont fait la description : la durée de leurs éruptions et de leurs intermittences est très-inégale; les premières sont d'environ dix minutes, et les intervalles varient entre quelques minutes et une demi-heure. L'eau du bassin d'où sortent ces jets se gonfle, déborde, et le jet, avec un bruit sourd, s'élance à 120 et 130 pieds d'élévation, sur un diamètre d'environ 6 pieds : la gerbe qui produit à peu près l'effet de celle que l'on admire dans le parc de Versailles, emporte quelquefois avec elle les pierres que l'on a jetées dans le bassin. La plus puissante de ces sources jaillit d'un monticule de 30 pieds de hauteur, percé d'un trou cylindrique de 9 pieds de diamètre, dont les parois intérieures sont parfaitement unies. La surface du monticule est couverte d'incrustations siliceuses très-dures, et cependant très-délicates, dont quelques unes ont la forme de choux-fleurs, et qui s'étendent à plus de 90 pieds autour de la source. La température de ces eaux, qui n'ont aucune

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, IV, 309 (2e édition).

odeur, varie entre 80 et 100 degrés du thermomètre centigrade (64 et 80 de celui de Réaumur). (1) »

On explique le jeu de ces sources, en supposant dans les terrains où elles se montrent, des réservoirs et des tuyaux de conduite en forme de siphons recourbés. Tout le monde connaît l'usage des siphons, qui commencent à procurer l'écoulement à un liquide, lorsque la surface de ce liquide, dans laquelle est plongée une de leurs branches, se trouve au niveau de la courbure de ces branches, et qui continuent tant que le fluide n'est pas descendu au-dessous de l'orifice de la branche. Dès que l'orifice n'y plonge plus, l'écoulement cesse, et il recommence sitôt que le réservoir est rempli au niveau de la courbure. Quant aux réservoirs qui fournissent à ces fontaines, les sécheresses, les pluies et la fonte des neiges y peuvent exercer une grande influence, et ainsi rendre les retours périodiques plus ou moins réguliers. Cette liaison qui existe entre l'état plus ou moins humide de l'atmosphère, et les réservoirs des fontaines intermittentes, justifie jusqu'à un certain point les conclusions que le peuple tire du mouvement de ces sources pour deviner la constitution favorable ou désastreuse de l'année, conclusions qui font donner à plusieurs d'entre elles le nom de *fontaine de disette et d'abondance* (2).

Il est naturel de croire que plusieurs veines d'eau, ne trouvant pas d'autre écoulement convenable, se répandent dans des cavités souterraines, s'imbibent dans les terres, ou même se rendent sous terre jusque dans la mer. On pourrait ainsi expliquer l'origine des sources d'eau douce qu'on voit jaillir au milieu même des flots amers de l'Océan. Les eaux rejetées par les volcans, les subites et terribles inondations des mines, les rivières qui se perdent sans repa-

(1) Voyez notre article *Sources*, dans l'Encyclop. méth. (Géographie physique). J. H.

(2) *Kant*, Géographie physique, II, part. II, p. 224.

raître, les montagnes qui soudain s'engloutissent dans le sein de nouveaux lacs, tout concourt à prouver qu'il y a des cavités souterraines assez considérables, souvent remplies d'eau.

Le besoin de suppléer à la disette des sources en creusant des puits, nous a procuré la connaissance d'un fait encore plus intéressant pour la géographie physique. Il paraît qu'il y a des lacs, ou, pour mieux dire, des nappes d'eau qui s'étendent sous terre à des distances considérables. Dans le département du Pas-de-Calais, près d'Aire, en fouillant des puits, on parvient toujours à une couche argileuse, laquelle étant percée, l'eau sort à gros bouillons, s'élève, et forme des sources qui coulent continuellement (1). Dans le Modénois, on trouve par-

(1) Le nom de l'ancienne province d'Artois, comprise dans le département du Pas-de-Calais, a fait donner à ces puits le surnom d'*artésiens*. On les nomme aussi *puits forés*. Ils y sont connus depuis une époque fort reculée, puisque celui de Lillers, à quelques lieues de Béthune, date, dit-on, de l'an 1126. Ils sont creusés dans la partie supérieure de la masse crayeuse qui supporte le sol de ce pays; mais leur profondeur varie entre 10, 20, 30 et 40 mètres; aussi coûtent-ils peu de frais à construire : ce qui est d'un grand avantage pour l'industrie du département. « Aux environs de Dieppe, où la formation crayeuse acquiert une grande puissance, sept nappes d'eau ont été traversées dans un sondage fait pour un autre but que pour un puits foré. La première se trouve à environ 26 mètres de profondeur dans l'argile plastique au-dessus de la craie; la seconde, dont les eaux remontaient avec violence jusqu'à la superficie du sol, était sous la craie inférieure ou glauconie crayeuse, et à sa superficie aux marnes bleuâtres, à plus de 100 mètres de profondeur; la troisième, sous les marnes argileuses et le calcaire lumachelle, à 117 mètres; la quatrième, au-dessous de plusieurs bancs de calcaire pyriteux et argileux, au-dessus d'une marne argileuse, à près de 214 mètres; la cinquième, au-dessous de plusieurs bancs calcaires durs et coquillers, et au-dessus d'un banc d'argile, à près de 252 mètres de profondeur; la sixième, entre des marnes argileuses et un calcaire grenu coquiller, à plus de 287 mètres. Toutes ces nappes se montraient pourvues d'une grande force ascendante; mais à 333 mètres, la septième surtout, reposant sur un calcaire argileux, fut si abondante, et son ascension eut tant d'impétuosité, que les ouvriers eurent à peine le temps de se sauver. »

L'avantage que l'on peut retirer des puits forés a fait tenter des perforations dans un grand nombre de localités; mais elles n'ont pas réussi par-

tout, à 63 pieds, une couche d'argile de 5 pieds, et au-dessous d'elle, l'eau qui jaillit avec force (1). Dans l'intérieur

tout, ou plutôt on a renoncé sur plusieurs points à continuer le sondage jusqu'à une assez grande profondeur. Cependant on en a établi avec succès dans les environs de Paris; et quoiqu'ils y aient été percés dans des dépôts supérieurs à la craie, on y a toujours reconnu plusieurs nappes d'eau avant d'arriver à celle qui pouvait s'élever jusqu'à la surface du sol, c'est-à-dire à celle qui partait d'un point assez élevé pour acquérir la force ascendante nécessaire : car, ainsi que nous aurons encore occasion de le faire remarquer, les différentes couches qui forment l'écorce terrestre sont sur une foule de points plus ou moins inclinés.

« Le sondage du double puits de Saint-Ouen a fait reconnaître, depuis la formation inférieure du gypse jusqu'à la partie inférieure du calcaire grossier marin, superposé à la formation d'argile plastique, trois nappes d'eau : la première, à 9 mètres au-dessous du sol, dans des marnes appartenant à la première des trois formations; mais elle n'était point ascendante, parce qu'elle ne venait point d'un niveau plus élevé que le sol; à 49 mètres, la seconde, au-dessus de la couche appelée *glauconie grossière*, venant de plus haut, était ascendante, mais pas assez pour jaillir au-dessus du sol; à 66 mètres, la troisième, plus abondante et venant des collines qui dominent Paris au sud, a couronné d'un plein succès les travaux entrepris. D'autres sondages, exécutés à Saint-Denis, à Épinay, et dans divers points de la vallée de la Seine, présentant des terrains analogues à ceux qui ont été traversés à Saint-Ouen, démontrent d'une manière évidente la disposition et l'origine des nappes d'eau, telles que nous venons de les exposer. On peut donc être assuré que, partout où l'on tentera dans cette même vallée des sondages, ils conduiront aux mêmes résultats. Le relèvement du calcaire marin grossier sur la rive gauche de la Seine permet aussi d'y établir au moyen d'un sondage de 30 à 40 mètres environ, des puits à jets ascendans, pour peu que l'on creuse jusqu'à la partie supérieure de la craie, qui se relève, comme les terrains qu'elle supporte. C'est ce que plusieurs exemples ont confirmé; mais si l'on entreprenait de pareils travaux sur les grands plateaux qui dominent Paris, tels que ceux de Montmorency, Meudon, Saint-Cyr, etc., comme ces plateaux sont à une assez grande élévation géologique au-dessus du calcaire marin inférieur et de l'argile plastique, la nappe qui alimente les puits de Mont-Rouge et de Saint-Ouen serait privée de la force ascendante nécessaire pour alimenter les puits creusés sur ces plateaux. Il faudrait donc aller chercher au-dessous de la craie les bancs marneux, et conséquemment imperméables, que nous avons vus exister aux environs de Dieppe. » — Voyez notre article *Puits artésiens*, dans l'Encyclopédie moderne. J. H.

(1) *Ramazzini*, Topographia Mutinensis.

du pays d'Alger, dans la contrée de Wad-Reag, les habitans, en fouillant à 200 brasses de profondeur, ne manquent jamais de trouver une couche d'ardoise, sous laquelle il y a de l'eau en telle abondance, qu'ils l'appellent *la mer sous terre* (1).

On conçoit facilement qu'une couche d'argile a pu s'affaisser horizontalement par le dessèchement, tandis qu'une autre couche argileuse prenait sa retraite en haut. La fente horizontale formée de cette manière, a pu servir d'écoulement à des lacs, ou à des rivières qui ont formé ces amas d'eaux souterraines.

Les glaciers qui couronnent les cimes des plus hautes montagnes, ont, avec les sources, une liaison intime et une origine commune. Les neiges, accumulées pendant des siècles, s'affaissent, se compriment et se consolident, tant par l'évaporation que par l'alternative des fontes et des regels. Ainsi se forment d'immenses calottes qui couvrent des montagnes entières ou des champs de neige glacée, qui s'étendent entre les sommets. Les hautes vallées se remplissent en même temps des neiges qui y tombent et des eaux glaciales qui découlent des sommets neigés. Enfin, les seuls découlemens, joints aux avalanches, font naître ces masses de pure glace, dont les branches s'étendent jusque dans les vallées inférieures. Ces dernières glaces semblent, en quelques endroits, s'accroître pendant une longue suite d'années; elles ont même en Suisse comblé des vallées entières, enseveli des villages, et fermé une passe entre le Valais et le canton de Berne. Mais les diminutions compensent ordinairement d'un côté ce que l'accroissement fait gagner de l'autre : quelques années chaudes suffisent pour rétablir l'équilibre (2).

Les scènes que présentent ces glaces, varient aussi bien

(1) *Shaw*, Voyage en Barbarie, tom. I, pag. 169.
(2) *Saussure*, Voyages, *Gruner*, etc.

que leur étendue : tantôt une grande masse d'eau, congelée au moment d'une tempête, présente ces ondes qui imitent celles d'un lac; tantôt ces inégalités disparaissent, pour ne laisser apercevoir aux voyageurs étonnés qu'un immense miroir d'une glace resplendissante. Ici, les superbes portails de cristal tombent en ruines, les aiguilles éclatantes se brisent; en d'autres endroits, les avalanches de neige glissent sur un champ de glace, s'y arrêtent, et, façonnées par les rayons du soleil, prennent la figure de nouvelles pyramides et obélisques.

L'utilité constante des glaciers est de fournir aux continens, dans une progression lente et à peu près régulière, les eaux qui, sans cette congélation, se seraient précipitées impétueusement du haut des montagnes, pour inonder et dévaster les campagnes qu'elles doivent fertiliser. Grâce au froid qui les convertit en neiges et en glaces, elles restent suspendues sur les flancs des monts, et s'écoulent en abondance de dessous les pieds de ces masses énormes, ou du sein de leurs grottes cristallines.

« Les *glaciers*, vus de loin, dit Lamouroux, se reconnaissent à leur couleur azurée et transparente comme celle de l'air, à leur coupe nette et tranchée, aux fentes à vives arètes qui les divisent; ils remplissent les hautes vallées des grandes chaînes de montagnes, et couvrent leurs pentes toutes les fois que l'inclinaison n'est pas trop forte, et que la neige a pu s'y arrêter.

» Leur grandeur diffère suivant les lieux; dans les Alpes, comme dans les Pyrénées, il y en a de plusieurs lieues d'étendue. M. de Humboldt n'a point trouvé de vrais glaciers dans les Cordillères : il en existe dans le Caucase indien, beaucoup plus élevé.

» Leur aspect varie à l'infini; quelquefois c'est une surface unie, doucement inclinée vers sa base; d'autres fois elle est inégale, raboteuse et sillonnée de fentes profondes

et dangereuses; elles font entendre, en se formant, un bruit semblable à celui du tonnerre. Ces détonations, assez fréquentes, rompent le silence de ces profondes solitudes, et portent la terreur et l'effroi dans l'âme du voyageur (1). »

Les épanchemens des sources et les écoulemens des glaciers en fonte, forment de petits courans plus ou moins tranquilles; ce sont les *ruisseaux*. Les eaux des grandes pluies se précipitent avec plus de rapidité, et sillonnent les flancs des montagnes par des *torrens* impétueux et vagabonds. La réunion de ces courans forme les *rivières* qui, en suivant la pente du terrain, se réunissent le plus souvent dans un plus grand canal, qui prend le nom de *fleuve*, et qui porte à l'Océan le tribut de la terre (2).

L'ensemble des pentes, d'où découlent les ruisseaux et rivières qui se jettent dans un certain fleuve, s'appelle le bassin de ce fleuve, ou sa région hydrographique. Les bassins de deux fleuves se touchent souvent de très-près; mais il est presque toujours impossible d'aller de l'un à l'autre au moyen des rivières ou d'autres cours d'eau. Cependant en Amérique, le *Cassiquiare* et diverses autres rivières réunissent le bassin de l'Orénoque à celui de l'Amazone (3). En Europe, les sources de la Duna, du Niemen et du Dnieper ou Borysthène se confondent presque dans une plaine marécageuse.

(1) *Résumé d'un Cours élémentaire de Géogr. phys.* — Caen, 1821.

(2) Pour l'exactitude des termes, exactitude qui est si importante en géographie comme dans toutes les sciences, nous définissons de la manière suivante ce qu'on doit entendre par ruisseau, rivière et fleuve.

Un *ruisseau* est le plus petit de tous les cours d'eau.

Une *rivière* est alimentée par un ou plusieurs ruisseaux, par une ou plusieurs rivières; elle peut être ou n'être pas navigable; elle peut se jeter dans un fleuve comme dans une mer.

Un *fleuve* est alimenté par une ou plusieurs rivières navigables; il se jette toujours dans une mer. (Voyez dans les Encyclopédies méthodique et moderne, nos articles *Rivières* et *Versans*.) J. H.

(3) *La Condamine*, Voyage de la rivière des Amazones, p. 119. *Hartsink*, *Humboldt*, etc.

Il serait (selon la sage observation de Desmarets) essentiel de bien distinguer les massifs hydrographiques ou les groupes des montagnes qui fournissent des eaux à un certain nombre de rivières, de quelque côté que coulent celles-ci, et qui ne reçoivent point d'eau d'aucune autre part. La connaissance des massifs est nécessaire pour expliquer la nature des rivières. Les terrains calcaires fournissent des eaux d'une nature bien différente de celles qui descendent des glaciers à travers les sables ou les argiles. L'élévation des sources détermine la quantité de la pente, et celle-ci influe sur la course rapide ou tranquille, régulière ou vagabonde des fleuves et des rivières.

« L'étude de ces masses saillantes de notre globe, dit Lamouroux en parlant des massifs ou plateaux hydrographiques, est indispensable au géographe chargé de tracer les limites des empires, au géologue qui veut pénétrer les mystères des anciennes révolutions du globe, au minéralogiste qui cherche à connaître la composition des montagnes par les débris que les eaux entraînent; enfin à l'ingénieur qui doit diriger de grands travaux hydrauliques.

» Par l'observation des massifs hydrographiques, l'on peut connaître souvent l'époque des débordemens des rivières et des fleuves, la rapidité, la profondeur, le volume des eaux, leur qualité physique, et rendre par ce moyen un service signalé à l'agriculture et au commerce (1). »

Les lits des fleuves sont la partie la plus basse des grandes fentes, dues à la même révolution qui a produit les montagnes. Sans doute, les eaux atmosphériques ont pu faire descendre une partie des terres meubles, adossées aux flancs des montagnes; elles ont pu, par leurs sédimens, former les plaines horizontales qui occupent le fond de certaines

(1) *Lamouroux*, Résumé d'un Cours élémentaire de Géograph. phys.

vallées (1); mais jamais un fleuve n'aurait pu s'ouvrir par ses seules forces une route à travers les roches solides, comme celles qui bordent le Haut-Rhin, s'il n'en eût pas trouvé devant lui l'ébauche. Aujourd'hui, les eaux courantes rongent et dégradent sans cesse leurs lits et leurs rives dans les lieux où elles ont beaucoup de pente; elles se creusent des routes plus profondes dans les montagnes composées de pierres d'une dureté moyenne; elles entraînent des pierres, et en forment des atterrissemens dans la partie inférieure de leurs cours; ainsi leurs lits s'exhaussent souvent dans les plaines, tandis que dans les montagnes ils deviennent plus profonds. Mais ces changemens, répétés pendant des milliers de siècles, ne feraient que façonner les bords du lit; ils ne le créent point.

Dans les commencemens, la pente du terrain peut seule déterminer les eaux à couler; mais lorsqu'une fois l'impulsion s'est communiquée à la masse, la pression seule de l'eau la fait couler, la pente fût-elle même nulle. Plusieurs grands fleuves coulent en effet avec une pente presque insensible. L'Amazone n'a sur 200 lieues marines que 10 pieds et demi de pente, ce qui fait $\frac{1}{27}$ de pouce sur 1000 pieds (2). La Seine (3), entre Valvins et Sèvres, a, sur 1100 toises, un pied de pente; la Loire en a, entre Pouilly et Briare, un pied sur 1250; mais entre Briare et Orléans, seulement un pied sur 2266. En Ostfrise, deux petites rivières voisines ont offert, l'une $\frac{1}{6}$, l'autre $\frac{1}{3}$ de pouce de pente sur 1000 pieds (4). La Marwede, entre Herdinxveld et Dordrecht, baisse d'un pouce sur 1125 pieds; mais entre Dordrecht et la mer, seulement d'un pouce sur 9000

(1) Comp. *Saussure*, Voyages, §§ 648, 920. *Delamétherie*, § 1618. (Pour l'action des fleuves : *Bourguet*, Lettres philosophiques, 181. *Voigt*, Mémoires minéralog., vol. III, Mémoire sur la formation des vallées.)

(2) *La Condamine*, l. c., p. 134.

(3) *Picart*, Traité du nivellement, p. 152, etc., etc.

(4) *Brahm*, Principe d'hydraulique, § 208 (en all.).

pieds (1). Même les rivières les plus rapides ont une moindre pente qu'on ne le pense communément. Le Rhin, entre Schaffouse et Strasbourg, descend 4 pieds par mille géographique; entre Strasbourg et Schenckenschantz, 2 pieds. C'est pour la même raison qu'un fleuve peut quelquefois en recevoir un autre presque aussi grand que lui, sans élargir considérablement son lit, l'augmentation de masse accroît seulement la rapidité de la course. Quelquefois, une rivière qui tombe dans une autre sous un angle très-aigu et qui a beaucoup de rapidité ou qui se grossit tout à coup par les pluies ou la fonte des neiges, oblige la première à rebrousser chemin et retourner vers sa source, pendant quelques instans. C'est ce qui est arrivé plus d'une fois au Rhône, près Genève; l'impétueuse Arve, qui descend des montagnes de la Savoie, gonflée au-delà de son ordinaire, a fait refluer dans le lac de Genève les eaux plus tranquilles du Rhône; on vit les roues des moulins tourner en arrière (2).

Quelques fleuves n'ont point d'écoulement, les causes en sont aisées à découvrir. Le terrain ayant peu de pente, ne leur donne pas une assez grande force d'impulsion; des sables leur opposent une lente et perfide résistance. Quelquefois ces eaux sont vaporisées par le soleil, comme c'est le cas avec beaucoup de rivières d'Arabie et d'Afrique. Plus souvent ces rivières s'écoulent dans des étangs, dans des marais ou dans des lacs salés.

Les fleuves qui descendent des montagnes granitiques dans les terrains de sédiment, font souvent des *sauts* ou des *cataractes*. Telles sont les cataractes du Nil, du Gange, et de quelques autres grands fleuves. Les cataractes sont aussi formées par des rivières; le *saut du Niagara* en

(1) *Velsen*, Rivierkundige verhandeling (traité sur les rivières), p. 126 (en hollandais). Comp. l'hydraulique générale de *Wiebeking*, en allemand. — (2) *Saussure*, Voyages, §. 16.

offre un magnifique et célèbre exemple. Ce sont les rivières rapides, ombragées d'arbres ou bordées de roches à pic qui forment les chutes les plus pittoresques; tantôt c'est une masse d'eau qui, avant d'arriver à terre, se disperse en une pluie fine, comme le *Staubbach;* tantôt c'est un arc d'eau projeté en avant d'une muraille de rocher et sous laquelle on passe à pied sec, comme le *Falling-spring* de Virginie; ici, dans le terrain granitique, on voit le Trolhetta et le Rhin, encore jeune, presser leurs flots écumeux entre les rochers pointus; là, dans les terrains calcaires, ce sont la Czettina et la Kerka qui, tombant de terrasse en terrasse, présentent tantôt une nappe et tantôt une muraille d'eau (1).

Les chutes formées par des ruisseaux ou des torrens reçoivent le nom de *cascades.* « Dans celles-ci, les eaux du haut d'un précipice s'élancent dans l'espace; d'abord c'est un ruban argenté qui se déploie sur les flancs de la montagne, bientôt il diminue et finit par se réduire en vapeur et en brouillards humides. Si le soleil les frappe de ses rayons, il les change en diamans étincelans, il les décore d'arcs en ciel mobiles et ondoyans, et le zéphir balance au gré de son caprice cette masse aussi légère qu'éclatante (2). »

Il y a des cascades magnifiques, créées, du moins en partie, par la main des hommes; ainsi, on attribue au pape Clément VIII la naissance des cascades du Velino près Terni (3).

« Les cascades et les cataractes, dit encore Lamouroux, perdent chaque jour de leur élévation par la dégradation, par l'érosion des falaises et des terrains snpérieurs, ou par l'exhaussement du sol inférieur. Elles devaient être et plus

(1) *Herbinis*, Dissertatio de admirandis mundi cataractis, suprà et subterraneis. Amsterdam, 1678. In-4°. Voyages de *Fortis*, *Carver*, etc.

(2) *Lamouroux*, Résumé d'un Cours élémentaire de Géograph. phys.

(3) Opere di monsignor *Claudio Todeschi* (Rome, 1779), t. II, p. 77.

nombreuses et plus élevées dans l'ancien monde. Chaque jour elles diminuent par l'action du temps qui nivelle tout; il agit sur elles comme sur les autres objets que le globe présente, et dans la suite des siècles on regardera peut-être comme une fiction poétique les cataractes du Nil et du Gange, le saut du Niagara, la chute du Rhin, les cascades de Tenquedama, de Gavarnie, etc. (1). »

Les cataractes de la Tunguska, en Sibérie (2), ont successivement perdu de leur élévation par la dégradation des rochers, et ne sont plus que des descentes rapides.

Lorsque le terrain n'offre pas une falaise brusque, mais seulement une pente très-rapide, et lorsqu'en même temps le lit de la rivière est resserré par des rochers, elles forment ce qu'on appelle un *rapide;* c'est-à-dire un courant doué d'une si grande vitesse, qu'il est impossible aux bateaux de le refouler. Les eaux y acquièrent même par la compression une force étonnante. *Winterbotham* rapporte que la rivière du Connecticut, dans les États-Unis, à quarante lieues de son embouchure, est tellement comprimée entre des rochers, qu'elle porte des morceaux de plomb comme si c'était du liége, et que, malgré les plus grands efforts, l'on ne peut pas faire entrer une pointe de fer dans l'eau. Ceci paraît exagéré.

« Les *rapides* ne s'opposent pas toujours à la navigation. S'il est impossible de les remonter, on peut quelquefois les descendre et les franchir. Le sauvage dans son canot d'écorce, le créole dans une chaloupe élégante et légère, le commerçant dans sa barque chargée des productions agricoles ou de celles de l'industrie, s'élancent sans crainte sur cette espèce de goûffre qui semble prêt à les engloutir; ils regardent avec indifférence les tourbillons et la vélocité

(1) *Résumé d'un Cours élémentaire de Géographie physique.*

(2) *Isbrand Ides*, Voyages au Nord, VIII, 54 *sqq*. *Muller*, Recueil pour l'histoire russe, VIII, 100, 118 *sqq* (en allemand).

du fleuve si terrible pour le voyageur étranger à cette navigation (1). »

Les crues périodiques du Nil étaient regardées comme un phénomène unique et comme un des plus grands mystères de la nature, jusqu'à ce que les Européens modernes, en pénétrant dans la zone torride, presque inconnue aux anciens, découvrissent que cette merveilleuse qualité appartenait à beaucoup d'autres fleuves que le Nil.

On sait aujourd'hui que, dans tous les pays situés entre les deux tropiques, il pleut continuellement pendant un certain temps de l'année. L'époque varie selon les circonstances locales; mais il suffit de savoir que la zone torride, privée en grande partie du bienfait des neiges et des glaciers, en est dédommagée par des pluies immenses qui, toutes à la fois, se versent par torrens sur ces climats brûlés pendant la saison sèche. Alors tous les lacs, tous les fleuves s'enflent et se débordent.

Si une rivière, soumise à l'influence de ces pluies tropiques, coule le long d'une plaine, et dans une direction parallèle à l'équateur, ses eaux débordées doivent se répandre avec une certaine égalité sur toute l'étendue de ses rives. Tel est en grande partie le cas de l'*Orénoque* en Amérique, du *Sénégal*, et probablement du *Niger* en Afrique.

Si au contraire une telle rivière coule d'un terrain fort élevé, d'un massif de montagnes vers des plaines et des vallées basses, ou si la direction de sa course est perpendiculaire à l'équateur, c'est-à-dire nord et sud, alors il est évident que l'action des pluies tropiques aura lieu dans des proportions très-inégales sur les différentes parties de cette rivière; il est également nécessaire que le trop plein des eaux se porte presque tout entier sur les parties plus basses du territoire riverain. Voilà justement ce qui arrive dans

(1) *Lamouroux*, ut suprà.

les crues du Nil; ce fleuve, comme les anciens l'avaient dit, et en dépit de l'anglais *Bruce*, descend des montagnes de la Lune, qui font probablement partie d'un centre ou plateau très-élevé occupant le milieu de l'Afrique, et prolongé surtout vers l'est et le sud. En Asie, les fleuves de Siam et de Cambodje coulent presque sous les mêmes latitudes que le Nil, mais dans un sens opposé : c'est du nord au sud. Ces deux fleuves ont des crues qui ressemblent à peu près à celles du Nil. L'Inde, le Gange, et en général tous les fleuves qui coulent entre les tropiques, présentent ce même phénomène avec des variations qui dépendent des localités. Aucune rivière, hors de la zone torride, n'est sujette à des crues régulièrement périodiques; les débordemens qu'on éprouve dans les zones tempérées dépendent uniquement de la fonte des neiges dans le printemps, et de la quantité des pluies tombées sur les montagnes (1).

Les fleuves qui se perdent sous terre, ont excité la curiosité des anciens et des modernes. Les poètes ont célébré l'Alphée, qui, selon eux, passe du Péloponnèse en Sicile, sous la mer Ionienne, pour venir confondre ses flots amoureux avec ceux d'Aréthuse. Les anciens ont indiqué un grand nombre de rivières qui se perdent sous terre pour reparaître à un niveau plus bas (2). Mais ce phénomène qui tient la plupart du temps à celui des cavernes souterraines, n'a été examiné de sang-froid que par les modernes.

Une rivière rencontre dans son cours un banc de roches solides qui barrent son lit; sous ces rochers s'étend une couche de substances plus molles; les eaux, en les rongeant, se fraient une route souterraine plus ou moins longue. Telles sont les causes qui ont formé *la perte du*

(1) *Varenius*, Géographie générale, chap. XVI, prop. 20. *Lulof*, Géographie physique, II, 202 (en allemand). *Bergmann*, Géographie physique, I, 387 *sqq* (en suédois).

(2) *Plin.*, II, 103, *Sen.*, Quæst. nat., III, 26. *Strab.*, l. IX, 424; XI, 518, ed. Alm. *Mœbius*, Dissert. de fluviis qui intercidunt et enascuntur.

Rhône, entre Seyssel et l'Ecluse (1), le *pont de Véja*, près de Vérone, dont l'arc a plus de 114 pieds d'élévation (2), et surtout le magnifique *Rockbridge* en Virginie, voûte étonnante qui réunit deux montagnes séparées par un ravin de 270 pieds de profondeur, dans lequel coule le *Cedercreek* (3). Il se peut que la chute d'un rocher forme des ponts naturels comme celui d'Iconomzo, au Mexique. On a vu, dans la Louisiane, des arbres, ou plutôt des forêts entières, tomber sur une rivière, se couvrir peu à peu de terre végétale, et donner ainsi naissance à un pont naturel qui, pendant des lieues, dérobe à la vue le cours du fleuve. Enfin, la Guadiana voit ses eaux s'éparpiller et s'infiltrer dans des terrains sablonneux et marécageux, d'où elles ressortent plus abondantes. La France offre en petit beaucoup d'exemples de ces diverses espèces de fleuves qui se perdent (4).

En s'écoulant dans la mer, les fleuves offrent encore des phénomènes variés et intéressans. Un très-grand nombre forment des *barres de sable* comme le Sénégal et le Nil. D'autres, comme le Danube, s'élancent avec une telle force dans la mer, que l'on peut, pendant un certain espace de temps, distinguer les eaux fluviatiles de celles de la mer. La petite rivière de Syre, en Norvége, fait remarquer ses eaux, sinon à deux lieues dans la mer, du moins à une distance considérable (5). Ce n'est guère qu'au moyen d'une embouchure très-élargie, comme celle de la Loire, de l'Elbe ou de la Plata, qu'un fleuve peut se réunir tranquillement à la mer. Cependant, les fleuves même de cette nature, éprouvent quelquefois l'influence supérieure de la

(1) *Annales des Voyages*, IV, 81.

(2) *Z. Betti*, Descrizione d'un maraviglioso ponte, 1766. *Fortis*, dans le *Giornale d'Italia*, VI, 241. — (3) *Jefferson*, Notes sur la Virginie.

(4) Nous donnerons l'explication de l'origine de certains ponts naturels lorsque nous parlerons des cavernes. J. H.

(5) *Pontoppidan*, Histoire naturelle de la Norvége, I, 145.

mer qui refoule leurs eaux dans leur lit. Ainsi, la Seine forme à son embouchure une *barre d'eau;* ainsi, la Garonne, ne pouvant verser assez rapidement les eaux qu'elle accumule dans l'espèce de golfe qu'elle forme entre Bordeaux et son embouchure, voit cette montagne aquatique arrêtée par la marée montante, rouler en arrière, inonder les rivages et ballotter les navires; ce phénomène, nommé le *mascaret*, n'est qu'une barre d'eau refoulée.

Le plus beau phénomène dans ce genre est celui qu'offre le géant des fleuves, l'Orellana, dit la rivière des Amazones. Deux fois par jour il verse ses ondes, ou, pour mieux dire, ses mers prisonnières dans le sein de l'Océan. Une montagne liquide s'élève à une hauteur de trente toises. Elle se rencontre assez souvent avec la marée montante de la mer; le choc terrible de ces deux masses d'eau, fait trembler toutes les îles d'alentour; les pêcheurs, les navigateurs s'éloignent avec effroi. Le lendemain ou le surlendemain de chaque nouvelle ou pleine lune, temps où les marées sont les plus fortes, l'Orellana semble aussi redoubler de puissance et d'énergie. Ses eaux et celles de l'Océan se précipitent au combat comme deux armées; les rivages sont inondés de leurs flots écumeux; les rochers, entraînés comme des galets légers, se heurtent sur le dos de l'onde qui les porte. De longs mugissemens roulent d'île en île. On dirait que le génie du fleuve et le dieu de l'Océan se disputent l'empire des flots. Les Indiens désignent ce phénomène sous le nom de *pororoca*.

Les recherches qu'on a faites sur la masse d'eau que roulent les fleuves, ainsi que sur l'espace qu'ils parcourent dans un temps donné, n'ayant amené ni ne pouvant amener aucun résultat général et positif (1), nous passerons à la théorie des lacs.

(1) *Riccioli*, Géogr. réform., X, c. VII. *Lulof*, Géographie physique, §§ 338-392. *Mariotte*, Traité du mouvement des eaux, etc., etc.

On appelle *lacs* des amas d'eau, entourés de tous côtés de terres, et n'ayant aucune communication immédiate avec l'Océan ou avec une autre mer. Les lacs sont de quatre espèces distinctes.

La *première classe* comprend ceux qui n'ont point d'écoulement et qui ne reçoivent point d'eaux courantes. Ces *étangs* sont ordinairement très-petits, et ne méritent généralement que peu d'attention. Quelques uns, comme celui d'*Arendt* dans la ci-devant Vieille-Marche, sont formés par l'affaissement des terres circonvoisines (1); on en trouve de semblables au nord de la mer Caspienne et dans l'Asie centrale; d'autres, comme le lac Albano, près Rome, paraissent être d'anciens cratères de volcans, remplis d'eau: ce sont ceux qui offrent le plus de régularité.

La *deuxième classe* renferme les lacs qui ont un écoulement, mais qui ne reçoivent aucune eau courante. Un tel lac est formé par une source ou plutôt par une multitude de sources qui, placées à un niveau bas, dans une espèce d'entonnoir, sont obligées de remplir celui-ci avant de trouver un écoulement pour leurs eaux. Ces lacs cependant sont toujours nourris par de petits filets d'eau presque invisibles, qui descendent des terrains d'alentour, ou bien par des canaux souterrains. Quelques grands fleuves et plusieurs rivières ont de semblables lacs pour source. Ces lacs sont naturellement situés à de grandes élévations.

La *troisième classe* des lacs est très-nombreuse; nous y plaçons ceux qui reçoivent et émettent des eaux courantes. Chaque lac peut être regardé comme un bassin alimenté par les eaux voisines; il n'a ordinairement qu'un seul débouché, et celui-ci porte presque toujours le nom de la plus grande des rivières qui s'y jettent. Mais on ne saurait pas dire proprement que ces rivières *traversent* les lacs; leurs eaux se mêlent avec celles du bassin où elles se ré-

(1) Les mémoires cités dans *Kant*, Géogr. phys., III, part. I, p. 92.

pandent (1). Ces lacs ont souvent des sources propres, soit près des bords, soit dans leur fond.

Il y a quatre à cinq lacs de cette classe dans l'Amérique septentrionale, qui, par la grandeur, ressemblent à des mers, et qui cependant, par l'écoulement continuel et l'apport des nouvelles eaux fluviatiles, conservent leur limpidité et leur douceur. L'Europe, l'Asie et l'Afrique en comptent aussi plusieurs.

La *quatrième classe* des lacs offre des phénomènes beaucoup plus difficiles à expliquer. Il s'agit des lacs qui reçoivent des rivières, souvent même de grands fleuves, sans avoir aucun écoulement visible. Le plus célèbre est la mer Caspienne; l'Asie en contient encore beaucoup d'autres. Le Niger, s'il n'atteint pas la mer, s'écoule plutôt dans un lac semblable que dans un marais. L'Amérique méridionale contient le lac Titicaca, qui est sans écoulement, quoiqu'il en reçoive un autre assez considérable. En un mot, ces lacs semblent appartenir à l'intérieur des grands continens; ils s'y trouvent placés sur des plaines élevées, mais qui n'ont aucune pente sensible vers les mers; ce qui ne permet pas à ces amas d'eau de se frayer un chemin pour s'écouler.

Ces lacs recevant toujours de l'eau, et n'en ayant aucun débouché, pourquoi ne débordent-ils pas? On peut répondre, quant à ceux qui sont situés sous un climat chaud, que l'évaporation, comme *Halley* l'observe, suffit pour les débarrasser de leur trop plein. Reste à savoir si les calculs de ce célèbre Anglais peuvent, avec justesse, s'appliquer à des climats aussi froids que, par exemple, celui de la mer Caspienne? Observons d'abord qu'on a exagéré la quantité d'eau versée dans ce bassin par les fleuves; il n'y a d'autres grandes rivières que le Volga, le Iaik et le Kour qui s'y jettent, le reste n'est composé que de petits ruis-

(1) *Saussure*, Voyages, § 10.

seaux. Ajoutons que toute la côte orientale verse à peine un ruisseau dans cette fameuse mer. Remarquons encore (car rien n'est à négliger dans la géographie physique) que le Volga, peu profond, semble s'imbiber dans les terres qui en bordent le cours; c'est la cause de l'humidité et de la fertilité qui distinguent ces terrains des landes voisines. Enfin, si l'on s'obstinait à supposer une espèce de disproportion entre l'étendue de la mer Caspienne et son évaporation, d'un côté, et le volume d'eau qu'elle reçoit, de l'autre (ce que nous sommes loin d'accorder), on pourrait encore admettre jusqu'à un certain point l'imbibition de ses eaux dans les montagnes calcaires qui la bordent vers le midi et vers le sud-est. On sait combien les terrains de cette nature sont poreux et spongieux. Tous les rapports s'accordent à nous décrire les montagnes au sud de la Caspienne encore plus pénétrées d'humidité et plus riches en sources que celles de la Mingrélie même; ce qui prouve, ou l'imbibition, ou, ce que nous aimerons mieux, une très-forte évaporation. L'insalubrité de l'air, près de ces lacs, est encore une circonstance qui milite en faveur de l'opinion de *Halley* (1).

(1) Il existe d'autres amas d'eau qui, d'après les définitions données ci-dessus, ne sont pas précisément des lacs, bien que les géographes leur donnent improprement ce nom. Ils ne rentrent dans aucune des classes qui viennent d'être mentionnées : ils en diffèrent en ce qu'ils communiquent avec les mers qui baignent les continens. « Ces amas d'eau (ainsi que nous l'avons dit dans l'Encyclopédie méthodique) sont aux véritables lacs ce que les péninsules sont aux îles. Les péninsules tiennent aux terres par un isthme; les amas d'eau dont nous parlons tiennent aux mers par un canal qui ne peut pas recevoir le nom de rivière. Et si l'on a senti la nécessité d'admettre la dénomination de *péninsule*, on sentira de même celle de donner un nom à ces amas d'eau, que, sans blesser l'exactitude des dénominations scientifiques, on ne peut plus appeler *lacs*. »

Nous proposons donc de désigner sous le nom de *pénélacs* ces amas d'eau si mal dénommés jusqu'à ce jour : ils comprendront tous les lacs qui versent leurs eaux dans une mer par un canal. Ainsi un *pénélac* sera presque un lac, comme une péninsule est presque une île. J. H.

Les phénomènes physiques qu'offrent certains lacs, ont de tout temps excité l'étonnement de la multitude. Les *lacs périodiques* sont les plus communs. Ceux que l'abondance des pluies fait naître, et que le soleil, l'évaporation ou l'infiltration dessèchent, paraissent peu dignes de notre attention; ce ne sont en Europe que des mares; mais, entre les tropiques, ces mares couvrent quelquefois des espaces de plusieurs centaines de lieues de long et de large : tels sont les fameux lacs de *Xarayes* et de *Paria*, tour à tour inscrits et effacés sur les cartes d'Amérique; celui de Caër, au Sénégal, est bien connu : il est probable que l'Afrique en offre beaucoup d'exemples. Si maintenant il existe dans les nombreuses cavités de la terre, des lacs souterrains de cette espèce, et si ces lacs communiquent avec d'autres lacs visibles, il est facile de concevoir que les eaux de ces derniers peuvent quelquefois disparaître entièrement, en se perdant dans le bassin des lacs souterrains desséchés. Ce bassin venant de nouveau à se remplir, les eaux en ressortent pour remplir le bassin supérieur. Si, dans un semblable système de cavités souterraines, le dernier chaînon se trouve être un amas d'eau souterraine, situé à un niveau élevé, dans le sein d'une montagne, le retour périodique des eaux dans le bassin visible peut être accompagné d'un mouvement semblable à celui des fontaines jaillissantes. C'est par ces sortes de jeux d'hydraulique que la nature entretient les merveilles du lac de Cirknitz en Illyrie et de beaucoup d'autres de la même espèce.

La prétendue régularité de ces retours périodiques, attribuée entre autres au lac de *Kanten* en Prusse, n'est pas appuyée sur des témoignages authentiques. En comparant les observations faites depuis 1715 sur la mer Caspienne, on reste convaincu que ce grand lac augmente et diminue de 5 à 6 toises, selon l'abondance des neiges et des pluies dans les contrées dont il reçoit les eaux; mais on voit aussi

que ces changemens ne suivent aucune période fixe (1). Des lacs, alimentés par la fonte des neiges, peuvent même changer de niveau le matin et l'après-midi, selon que l'action du soleil agit plus ou moins sur les montagnes voisines. C'est ainsi qu'on doit expliquer, ce nous semble, les *seiches*, ou hausses et baisses périodiques du lac de Genève (2).

Les mouvemens des lacs qui ne dépendent point d'une augmentation de volume des eaux, présentent des questions très-compliquées. Nous doutons qu'il y ait des lacs qui communiquent sous terre avec la mer, et qui doivent à une semblable communication des marées régulières. L'équilibre de l'atmosphère, dérangé par l'électricité ou par d'autres causes, peut faire soulever l'eau en changeant la force de pesanteur qui la retient à son niveau. Il y a dans le lac Huron une baie où séjournent perpétuellement des nuages électriques; aucun voyageur ne l'a traversée sans entendre gronder le tonnerre (3). Dans le Portugal il y a un étang près de Beja, dans l'Alentejo, qui, par ses mugissemens effroyables, annonce l'approche d'un orage (4). D'autres lacs paraissent agités par le dégagement des gaz souterrains, ou par des vents qui roulent dans quelque caverne avec laquelle le bassin communique. Près Boleslaw en Bohème, un lac dont on n'a pu trouver la profondeur, émet quelquefois, dans l'hiver, des vents assez forts pour soulever en l'air des morceaux de glace pesant plusieurs quintaux (5). Deux lacs considérables, le *Lomond* en Ecosse et le *Wetter* en Suède, éprouvent souvent, par le plus beau temps, des agitations violentes. Dans la Marche moyenne

(1) *Rytchkow*, Topographie d'Orenbourg (trad. all.), I, 166-167. *Pallas*, Voyage dans la Russie méridionale, I, 434 (en all.).

(2) *Jalabert*, Mémoires de l'académie des sciences de Paris, 1741, p. 32. Comp. *Saussure*, §§ 20-25.

(3) *Carver*, Voyage dans l'intérieur de l'Amérique, etc.

(4) *Burges*, cité par *Bergmann*, Géographie physique, § 99.

(5) Acta erudit., 1682.

de Brandebourg, l'étang de Krestin commence souvent par un temps tranquille à bouillonner en tourbillons qui engloutissent les barques des pêcheurs (1).

Parmi les considérations générales sur les lacs, les *îles flottantes* occupent, chez quelques géographes, un grand espace. Mais lorsqu'on considère, d'un côté, combien il y a de marais presqu'inaccessibles, toujours nageans dans l'eau, et cependant couverts de broussailles et même d'arbres; quand, de l'autre côté, on regarde ces couches de végétaux, ces immenses forêts, qu'on trouve ensevelies, et très-récemment ensevelies dans les tourbières, alors on peut aisément se former une idée de ces *îles flottantes* que nous citent quelques géographes comme des merveilles de la nature. Ce sont tout simplement des terrains d'une nature tourbeuse, mais très-légère, quelquefois seulement tissus de roseaux et de racines d'arbres; après avoir été minés par les eaux, ils se détachent du rivage, et à cause de leur grande étendue, jointe à une épaisseur très-mince, ils restent suspendus et flottans à la surface des eaux (2). Le charmant lac Lomond en Ecosse, doit contenir quelques unes de ces îles flottantes qui, en général, paraissent ne pas être rares en Ecosse et en Irlande. Près de Saint-Omer, dans le ci-devant Artois, un petit lac est couvert d'îlots semblables. Les lagunes de Comacchio en offrent un grand nombre (3). Les plus considérables qu'on cite sont celles du lac de Gerdau, en Prusse, qui servaient de pâturage à un troupeau de 100 têtes, et celle du lac de Kolk, au pays d'Osnabruck, couverte de très-beaux ormes (4).

Il y a des îles flottantes qui tour à tour se montrent et disparaissent. Le lac Râlang, dans la Smâlande, province

(1) *Bernouilli*, Arch. des voyages, I, 325.

(2) *Plin.*, Histoire naturelle, II, c. 95. — (3) *Girolamo Silvestri*, Traité des îles flottantes, anciennes et modernes (en italien).

(4) *Kant*, Géographie physique, II, part. I, p. 114.

de Suède, renferme un îlot flottant qui, depuis 1696 jusqu'en 1766, s'est montré dix fois, généralement aux mois de septembre et d'octobre (1). Il avait 280 pieds de long et 220 de large. Il y a une île semblable en Ostrogothie.

Les îles flottantes peuvent avoir influé sur la formation du globe. Celles que Pline et Sénèque virent flotter dans les lacs de Bolsena, de Bressanello et d'autres, sont devenues fixes. L'Ostfrise renferme un lac souterrain qui paraît avoir été couvert d'îles flottantes qui, successivement réunies, ont fini par former une croûte solide (2).

L'ombre des forêts épaisses ou des hautes montagnes peut empêcher certains lacs, comme le *Loch-Wyn* d'Ecosse, de se débarrasser des glaces perpétuelles qui les couvrent en tout ou en partie. D'autres lacs, toujours remués par des vents ou agités par les rivières qu'ils reçoivent, et les sources qui les alimentent, bravent toutes les rigueurs d'un climat glacial. Le phénomène le plus extraordinaire serait de voir des lacs se geler pendant l'été; on l'a dit de quelques uns de la Chine, et on en a cherché la cause dans la nature saline du terrain voisin; mais le fait paraît avoir été mal observé ou mal rendu (3).

La *profondeur* des lacs varie à l'infini et ne peut être un objet de la géographie physique générale. Nous devons nous borner à contredire l'opinion populaire sur des lacs sans fond; ceux qu'on a jugés tels ne doivent cette réputation qu'à des courans qui emportent les sondes. Mais on ne doit pas reléguer parmi les fables les lacs à doubles fonds qu'on dit exister dans la Jemtie en Suède et ailleurs (4). On conçoit qu'une croûte, formée d'un tissu de racines, semblable aux îles flottantes, peut exister au fond d'un lac, et

(1) *Bergmann*, Géographie physique, II, 238.
(2) *Annales de la monarchie prussienne*, 1799, p. 292 (en allemand).
(3) *Mém. de l'académie des sciences*, 1712.
(4) *Bergmann*, § 93.

en se soulevant ou s'abaissant, en faire varier, en apparence, la profondeur.

Telles sont les principales observations à faire sur la naissance et le mouvement des sources, des rivières et des lacs; nous allons les considérer sous le rapport de leur nature chimique.

Nous avons déjà remarqué la propriété que possède l'eau d'absorber l'air atmosphérique. On estime que l'eau douce tient ordinairement en dissolution $\frac{1}{50}$ de son poids d'air (1). Il lui faut un certain temps pour s'en saturer, et tous les élémens qui composent l'air, ne sont pas absorbés par l'eau avec la même promptitude. L'oxigène pur s'y insinue et s'y unit le plus facilement. La bonne qualité des eaux douces consiste à être complètement saturées d'oxigène, qui doit être souvent renouvelé par le roulement et l'agitation de ces eaux. Leur mauvaise qualité provient ou de l'altération, ou de la surabondance d'oxigène; l'une et l'autre annoncent la présence d'une substance hétérogène dans l'eau, capable d'absorber plus d'oxigène ou de l'altérer. Ces substances hétérogènes sont différentes des sels, des oxides métalliques, du soufre, du gravier, du limon.

Ces principes, consacrés par la chimie moderne, peuvent faire croire que l'influence des expositions *locales* sur la nature des eaux, est aussi puissante que nous l'indique *Hippocrate* (2). Les eaux exposées au *levant*, dit-il, sont limpides, inodores, molles et agréables à boire, parce que le soleil à son lever les corrige, en dissipant les brouillards du matin qui auraient pu s'y mêler. Les eaux exposées au *couchant*, manquent de cet avantage, et ne sont point limpides. Celles qui coulent vers le *midi* et sont exposées aux

(1) Cet air est ordinairement plus riche en oxigène que celui de l'atmosphère : il est composé de 32 parties d'oxigène et de 68 d'azote. J. H.

(2) Traité des airs, des eaux et des lieux, §§ IX, XX, XXII, XXV, édition de *Coray*.

vents chauds, doivent être saumâtres, peu profondes, et par conséquent chaudes en été et froides en hiver, propres à énerver l'homme et à lui causer plusieurs maladies. Enfin, les eaux exposées au *nord* doivent généralement être froides, dures et crues; leur usage tarit le lait des femmes, et les rend stériles. Tel est le système d'*Hippocrate;* mais on ne doit pas, avec les aveugles Hippocratistes, lui donner une application générale et exclusive; car il est lié à ses idées sur la nature particulière des vents, et ces idées ne contiennent que des vérités locales, applicables à la Grèce et à l'Asie mineure.

Les eaux de marais, d'étang, et toutes celles qui croupissent sur le terrain, faute d'écoulement, sont malsaines; elles tiennent en dissolution de l'azote et de l'hydrogène, provenant de la décomposition des plantes, des insectes, des poissons. L'atmosphère d'alentour se charge de ces gaz insalubres. Ceux qui habitent autour des eaux marécageuses et ceux qui en boivent, mènent une vie souffrante, restent sans forces et vieillissent promptement.

Dans l'ancien pays de France appelé la Sologne, pour ne pas chercher des exemples lointains, l'humidité stagnante donne au peuple des visages pâles, des yeux languissans, une voix faible (1).

Les eaux stagnantes absorbent presque toujours une grande quantité d'air fixe ou d'acide carbonique; car ce gaz est porté par sa pesanteur vers la surface des eaux et ne s'en dégage pas.

Les *eaux de collines et de montagnes* diffèrent en qualité, selon qu'elles filtrent à travers des bancs de roc vif, des schistes, des quarz, des sables qu'elles ne peuvent guère attaquer; ou qu'elles coulent sur des couches d'*argile glaise* qu'elles n'entraînent point ni ne dissolvent, ou qu'enfin elles traversent des terrains calcaires, marneux, gypseux, im-

(1) *Mém. de la Société royale de médecine*, année 1776, p. 61-72.

prégnés de magnésie, de sel et de bitume. Celles-ci sont toujours très-mélangées de substances hétérogènes, et la plupart du temps dures, crues, troubles et peu saines, du moins pour l'usage journalier. Aussi Hippocrate, Homère et Plutarque en ont-ils déjà condamné l'usage (1). Les eaux qui, dans les terrains anciens, ont des argiles pour base, sont les plus communes de toutes; elles réunissent les qualités essentielles des eaux salubres. Celles qui coulent du roc vif sont encore plus pures et plus limpides, surtout lorsque le roulement et le frottement sur un lit pierreux leur fait éprouver une espèce de filtration.

Les eaux de *lacs* étant apportées par les sources et les fleuves, en partagent les diverses natures. Il y a des lacs qui ont les eaux extrêmement limpides : tels sont le lac de Genève et celui de Wetter en Suède. Dans ce dernier on voit, à vingt brasses de profondeur, un denier au fond de l'eau. Mais les lacs qui ont les eaux dormantes ou salées, ou bitumineuses, méritent d'être regardés comme aussi dangereux et aussi nuisibles que les marais.

Les *eaux de fleuves* contiennent, à la vérité, des élémens très-hétérogènes et qui semblent devoir se combattre; mais c'est peut-être autant à cette destruction réciproque des germes nuisibles, qu'au mouvement continuel, que les eaux fluviatiles doivent l'avantage de convenir au commun des hommes et d'entretenir, partout où elles coulent, la fraîcheur de l'atmosphère. Cependant elles forment souvent un sédiment de gravier et de limon. Hippocrate prétend que leur usage produit, entr'autres maladies, la pierre (2).

Les *eaux de puits* prennent souvent, par un trop long repos, les mauvaises qualités des eaux stagnantes.

L'*eau de mer* est pour nous un vomitif; et cependant

(1) *Hippocrate*, l. c., § XXXV, et le commentaire de Coray, p. 107.
(2) *Idem*, l. c., § LI, et le commentaire de Coray, 134.

les habitans de l'île de Pâques, dans la mer Pacifique, en font leur boisson ordinaire.

Parmi les *eaux du ciel*, celles de *pluie* sont les plus saines à cause de leur douceur et de leur légèreté. Hippocrate a très-bien observé les procédés admirables que la nature emploie pour distiller les vapeurs enlevées à la terre par l'action du soleil. Ces vapeurs sont agitées et roulées en tous sens; leurs parties les plus troubles et les plus terreuses s'en séparent, et, abaissées par leur poids, forment les brouillards. Le reste, plus subtil, plus léger, est encore plus parfaitement dissous par la chaleur solaire. C'est de ce reste que se forment les gouttes de la pluie. Mais la première pluie qui tombe après une longue sécheresse, en traversant l'air, se charge de beaucoup de substances hétérogènes, et devient par conséquent très-impure avant d'arriver à la terre. Les pluies qui la suivent ne souffrent point de cet inconvénient, mais toute eau pluvieuse est sujette à se corrompre en très-peu de temps.

Les *eaux de neige* et *de glace* ont une origine très-différente de celle des eaux de pluie; car la neige et la glace se forment par la privation du calorique, et par conséquent manquent des parties les plus subtiles de l'eau : donc les eaux dans lesquelles ces substances se résolvent, doivent être plus dures et plus lourdes que les eaux de pluie.

D'après l'opinion la plus accréditée, ces eaux causent à ceux qui les boivent, des goîtres et d'autres tumeurs (1).

Plus une eau est mélangée, plus elle est pesante. Voici, d'après *Bergmann*, les rapports de quelques espèces d'eau :

L'*eau distillée* pèse.....	1,000
L'*eau de source*, la plus pure.....	1,001 à 1,005
L'*eau de rivière*.....	1,010

(1) *Forster*, in comment. de reb. in scient. natural. et medic. gestis, XXIV, 224. Comp. *ibid.*, suppl. Decad. I, p. 453.

L'eau de mer.....	1,012
L'eau croupissante.....	1,102

Après avoir considéré les qualités des eaux ordinaires, nous allons nous occuper des *eaux minérales*, c'est-à-dire de celles qui sont combinées avec quelques substances du règne minéral en quantité assez considérable pour leur ôter cette absence de goût et de couleur qui est le caractère de l'eau douce (1). Ces substances étrangères s'y trouvent ou dans l'état d'une division mécanique très-subtile, ou dans celui d'une vraie dissolution chimique. On divise les eaux minérales en deux groupes, les *froides* et les *thermales* ou *chaudes*, que l'on partage ensuite en huit classes appelées : 1° *ferrugineuses froides;* 2° *ferrugineuses thermales;* 3° sulfureuses froides; 4° sulfureuses thermales; 5° gazeuses froides; 6° gazeuses thermales; 7° salines froides; 8° salines thermales.

Les acides se combinent facilement avec l'eau, mais ils s'emparent aussi rapidement de quelque substance saline, terreuse ou métallique, de sorte que les *eaux acidules* ou *gazeuses*, n'offrent presque jamais l'acide libre. On cite la source de Latera, à 32 milles de Viterbe, et celle de Selvena, à 46 milles de Siéna, où l'acide sulfurique libre est combiné avec l'eau (2). Les lacs de Cherchiaio, de Castel-Nuovo et de Monte-Rotondo, également en Italie, ont

(1) Les substances dont on a signalé la présence dans les eaux minérales sont l'oxigène, l'azote, l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'acide borique ou boracique, l'acide sulfureux, la silice, la soude; les sulfates de soude, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, d'alumine, de potasse, de fer, et de cuivre; les nitrates de potasse, de chaux et de magnésie; les hydrochlorates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, d'alumine, et de manganèse; le sous-borate de soude, les phosphates de chaux et d'alumine, et le fluate de chaux; enfin des matières végétales et animales en petite quantité. (Voyez le Traité de chimie élémentaire théorique et pratique par M. Thénard.) J. H.

(2) *Vandelli*, de Thermis agri Patavini. *Bergmann*, I, 346.

offert l'acide boracique libre (1); mais ce sont des cas rares. L'acide carbonique se trouve presque libre dans la source dite le *Sauerling*, près Carlsbad en Bohème (2). Les eaux de cette source contiennent une quantité d'acide égale à leur propre volume; celles de Seltz n'en contiennent communément que $\frac{1}{3}$, celles de Pyrmont $\frac{3}{8}$, et celles de Spâ $\frac{1}{4}$.

Les eaux *ferrugineuses thermales* sont les plus communes; nous pourrions en compter quelques centaines en France et en Allemagne. L'acide carbonique y est combiné avec de l'ocre ferrugineuse; on y trouve de la magnésie, du sel de Glauber, de l'alcali végétal, du muriate de soude et d'autres substances, de sorte qu'on peut facilement les imiter. Bergmann en fabriquait, il y a 40 ans, pour son propre usage et pour celui de ses amis. Les eaux ferrugineuses froides, comme à Forges et à Aumale, sont encore plus communes. Celles de Passy contiennent du sulfate et du carbonate de chaux, de l'hydrochlorate de magnésie et de soude, de l'oxide de fer et une matière animale. Les *eaux salines froides* sont chargées de sulfates de magnésie et de chaux; telles sont les eaux de Seidlitz, de Niederbrunn et d'Epsom. Les steppes de la Sibérie au nord-est de la mer Caspienne, sont semées de lacs de cette nature; ils forment presque une chaîne, depuis le Kouma et le bas Volga jusqu'au-delà du Jeniseï (3). A côté de ces étangs on en voit qui contiennent du natron ou du carbonate de soude. La même abondance d'eaux salines ou amères se trouve dans les plaines de Hongrie. Ce trait serait-il commun à tous les bassins d'anciennes mers méditerranées? Les eaux *salines thermales* sont assez nombreuses; on cite celles de Bath, en Angleterre, de Wiesebaden, dans le duché de Nassau, de Landeck, en Silésie, de Glashütte, en Hongrie, de Tœplitz,

(1) *Lavoisier*, Traité élément. de chimie, I, 266. *Fourcroy*, Élémens de chimie, I, 500. — (2) *Klaproth*, Mémoires de chimie, I, 320.
(3) *Georgi*, Description de la Russie, III, 23-26.

en Bohème, de Saint-Gervais, en Savoie, une vingtaine en France, et deux ou trois en Russie.

La formation des eaux acidules est une de ces opérations journalières de la nature que la science est parvenue à connaître. Les eaux courantes trouvent dans le sein de la terre des substances acidifères, dont les acides se dégagent, soit par leur affinité pour l'eau, soit par la fermentation qu'un acide plus fort cause parmi des acides plus faibles; ce procédé chimique se renouvelle perpétuellement; la chaux qui contient jusqu'à deux cinquièmes de son poids d'acide carbonique, fournit abondamment aux eaux minérales cet acide qui en est la base générale (1). Les pyrites, très-répandues sur le globe, donnent par dégagement de l'acide sulfurique (2). Les eaux imprégnées de cet acide vont dissoudre le fer, la chaux, la magnésie, en un mot toutes les substances. La silice elle-même, qui a long-temps passé pour insoluble dans l'eau, s'est pourtant trouvée dissoute, non seulement dans l'eau bouillante des terrains volcaniques, comme dans les sources de Geyser et Rykum, en Islande, et celles du Mont-Dor et de Bourbon-l'Archambault en France, mais même dans des sources d'une chaleur tempérée et jusque dans les eaux communes (3). Les eaux minérales ne restent pas dans cet état où les a mises une première opération chimique; en coulant ou en s'infiltrant, elles rencontrent tantôt un sel, tantôt un acide, et ces diverses substances, en s'unissant, en se séparant ou en se modifiant d'après leurs affinités avec la base des eaux minérales, leur communiquent les qualités qui en font varier à l'infini la nature chimique et médicale (4).

(1) *Bergmann*, Géographie physique, I, 370.

(2) *Klaproth*, Mémoires de chimie, I, 316.

(3) *Bergmann*, Dissertation sur la source d'Upsala. *Klaproth*, Mémoires de chimie, I, 340 *sqq.*, 319.

(4) Ce qui paraît difficile à expliquer, c'est la présence d'une matière animale dans un grand nombre d'eaux minérales. Comme elle a été étudiée

Il s'en faut bien que toutes ces combinaisons soient bienfaisantes. Sans parler des vapeurs sulfureuses ou carboniques, qui sortent de plusieurs eaux, il paraît très-certain qu'il y a plusieurs sources imprégnées de vapeurs arsenicales et mercurielles. Mais la plupart du temps on a sagement enseveli sous des amas de pierres ces affreux laboratoires où la nature elle-même fait le rôle d'empoisonneuse. Selon Bergmann, il faut, pour dissoudre l'arsenic, un volume d'eau quatorze à quinze fois plus grand, si elle est chaude; et quatre-vingt-dix fois si elle est froide, circonstance qui, jointe à la rareté de ce minéral funeste, rend les sources arseniatées peu communes.

Nous connaissons déjà les *eaux simplement métallifères* ou qui roulent des parcelles de métal, lesquelles, n'étant pas combinées avec le fluide, se déposent successivement. Les rivières aurifères ne tiennent pas même les molécules en suspension; elles roulent des parcelles d'or détachées de quelque rocher. Ces eaux ne sont pas minérales dans le sens propre du mot. On en pourrait dire autant des eaux cémentaires ordinaires et de la plupart de celles des mines d'or, d'argent, de plomb, d'étain, etc. On en cite qui ont formé dans une mine de Kongsberg, un dépôt de plomb argentifère.

Les eaux *salées*, ou, pour parler avec les modernes, chargées de chlorure de sodium, sont peut-être les plus communes de toutes, mais elles existent rarement dans un état de pureté parfaite. Elles abondent le long des monts

dans celles de Baréges par M. Longchamp, elle a reçu de lui le nom de *Baréginé;* il a prouvé même qu'elle n'avait aucune analogie avec la gélatine par laquelle on la remplace dans les eaux minérales artificielles. On a prétendu qu'elle pouvait être le résultat de la décomposition de quelque matière végétale, ou peut-être de ces corpuscules microscopiques qui naissent spontanément dans l'eau. Mais qu'est-ce que la matière animale? comment doit-on la caractériser lorsqu'on sait qu'elle se trouve dans un grand nombre de végétaux, et spécialement dans ceux de la famille des crucifères? J. H.

Karpathes, des monts Ouraliens, et en général dans la zone comprise entre le 50e et le 30e parallèle de latitude septentrionale; plus au nord, elles manquent presqu'entièrement; plus au midi, le sel cristallisé abonde à la vérité en certaines régions, comme dans le grand désert d'Afrique, mais nous n'y voyons que peu de sources salées. C'est également dans la zone tempérée du nord que fourmillent les *lacs salés;* l'Asie centrale en est parsemée.

D'où vient cette nature saline, qui caractérise la plupart des lacs sans écoulement? Les uns disent que le sol voisin de ces lacs a été primitivement imprégné de sel; c'est trancher le nœud, mais il serait difficile de montrer les énormes bancs de sel qu'exigerait cette hypothèse. D'autres regardent tous ces lacs salés comme des restes de l'ancien Océan, qui, pour le besoin de nos *théories de la terre*, a dû jadis couvrir tout le globe. Mais pourquoi l'ancien Océan aurait-il spécialement affecté ces terrains? Pourquoi tous les lacs ne sont-ils pas restés salés ou saumâtres par la même cause? Enfin, des observateurs très-sages et circonspects, entre autres *Halley* (1), penchent à croire que tous les lacs qui reçoivent beaucoup d'eau douce, et qui se trouvent dans un état de stagnation, doivent prendre un goût saumâtre ou salin, par la corruption de leurs eaux, et par la décomposition des matières animales et végétales que les fleuves y apportent. Il n'y a qu'une objection à faire : pourquoi la salure, et surtout l'amertume de ces lacs, n'augmentent-elles point? Mais n'est-il pas possible de réunir, en quelque sorte, ces trois opinions? Nous accorderons que l'ancienne mer ait couvert ces contrées; mais nous la ferons disparaître par imbibition et vaporisation, et point du tout par un écoulement lent ou subit; nous dirons ensuite que des terrains plus compactes, plus glutineux, plus froids, en un mot des terrains constitués d'une manière particu-

(1) *Philosoph. Transact.*

lière, auraient pu retenir en plus grande quantité les molécules salines de l'ancienne mer, qui d'ailleurs s'étaient déjà cristallisées; enfin, la décomposition des eaux douces et des matières animales ou végétales doit, de son côté, produire des sels. Quant à la question de savoir pourquoi cette salure n'augmente pas, nous croyons qu'il est sage d'avouer qu'on n'en connaît point les causes.

La température élevée de certaines *eaux thermales* a été expliquée de bien des manières: on l'a attribuée à la décomposition des pyrites sur lesquels elles passent, à la combustion des couches de charbon de terre (1), et au voisinage des volcans. Aujourd'hui tout porte à croire qu'elle est due à la chaleur intérieure du globe (2). Quoi qu'il en soit, les sources chaudes ou thermales sont un des phénomènes les plus curieux pour la géographie physique. Leur chaleur s'élève quelquefois à un degré étonnant; la

(1) *Klaproth*, Mémoires de chimie, I, 313.

(2) Ce qui prouve que les eaux thermales ne doivent pas leur chaleur à la décomposition des pyrites et à la combustion de vastes amas houillers, c'est que depuis 2000 ans que quelques unes de ces eaux sont connues, elles sont toujours restées aussi chaudes, ce qui ne pourrait être si elles ne devaient leur température qu'à des dépôts de combustibles qui, dans un aussi long espace de temps, se seraient complètement consumés ou auraient au moins diminué de manière à affaiblir sensiblement la chaleur de ces eaux. Il faut donc attribuer cette chaleur au voisinage du feu qui occupe le centre de la terre, et qui, alimenté par des décompositions chimiques sans cesse renaissantes, et d'ailleurs occupant un espace immense en comparaison du volume de notre planète, ne peut, dans un intervalle de 2000 ans, présenter aucune diminution sensible. C'est probablement à l'action de ce feu, pour ainsi dire élémentaire, que les eaux minérales doivent la propriété de conserver beaucoup plus long-temps leur température que l'eau ordinaire, portée au même degré de chaleur par nos moyens artificiels; c'est enfin à l'action de ce feu qu'il faut attribuer la propriété remarquable qu'elles ont de pouvoir être bues facilement, tandis que de l'eau ordinaire, portée à la même température, ne serait pas supportable, et attaquerait les organes qu'elle toucherait. Ces deux faits seuls suffisent pour indiquer que la cause qui produit la chaleur des eaux minérales est toute différente de celle que nous employons dans l'usage domestique. J. H.

source de Krabland en Islande, va jusqu'à 82 degrés du thermomètre de Réaumur; la moyenne température de celles de Carlsbad en Bohème est de 78 degrés, celle de Bade en Suisse et celle de Chaudes-Aigues en France de 88; en Amérique il en est plusieurs qui dépassent cette température : ainsi celle de Trincheras en Colombie dépasse 90 degrés et celle de Guanaxuato en a 96. On cite aussi la Pisciarelli-de-la-Solfatare près de Naples, dont la température est de 93 degrés. On assure même que les eaux de l'île d'Amsterdam s'élèvent en température à 100 degrés.

Il y a des eaux qui s'enflamment sans être chaudes. Ce phénomène est dû aux vapeurs d'hydrogène qui s'exhalent de leur superficie; telles sont les fontaines de Porretta-Nuova, de Barigazo et autres; tel est le ruisseau près de Bergerac, auquel on met le feu avec de la paille allumée (1). Tantôt ces eaux sont mélangées avec des bitumes, surtout du naphte et du pétrole qui, en général, flotte à leur surface, et brûle au sein de l'eau; c'est ce qu'on voit à Bakou et dans plusieurs endroits de la Perse. Le lac brûlant d'Islande paraît tenir au premier genre, et il n'est pas invraisemblable qu'il ait pu quelquefois s'enflammer de soi-même. Des personnes dignes de foi assurent avoir vu des feux-follets voltiger à la surface du lac Wetter, en Suède.

Les *eaux incrustantes* doivent être soigneusement distinguées des eaux *pétrifiantes*. Ces dernières, chargées de parties siliceuses, extrêmement déliées, pénètrent les pores des bois et d'autres substances, et substituent aux élémens de ces corps, d'autres élémens cristallins, arrangés et disposés de même. Cette vertu se montre plus forte qu'ailleurs dans le lac dit *Lough Neagh* en Irlande, et dans quelques sources peu nombreuses (2); mais la plupart des eaux la possèdent jusqu'à un certain degré; le Danube et le Prégel

(1) *Mémoires de l'académie des sciences de Paris*, année 1699, p. 26.
(2) *Bruckmann*, Magasin de Hambourg, II, 156, IV, 503, etc.

pétrifient dans le cours de quelques siècles les pieux qu'on y enfonce (1).

Les *eaux incrustantes* agissent d'une manière plus manifeste, en déposant comme une croûte les parties terreuses dont elles sont chargées. La source de Guancavelica qui, en déposant des sédimens calcaires, fournit les moellons dont les villes voisines sont bâties; le beau travertin aussi blanc que l'albâtre que forment les bains de Saint-Philippe, en Toscane, et une source chaude près de Tours; la fontaine de Saint-Alyre à Clermont-Ferrand, les dépôts connus sous le nom de *dragées de Tivoli*, le magnifique bassin que les sources de Carlsbad se sont construit elles-mêmes, et beaucoup d'autres exemples que nous pourrions citer, seraient inutiles pour éclaircir un fait aussi simple. Observons plutôt que cette qualité d'incruster, appartenant plus particulièrement aux sources chaudes, se trouve pourtant dans plusieurs eaux froides. Les dépôts ordinaires consistent en tuf calcaire; le Geyser dépose un tuf siliceux.

Ces aperçus peuvent suffire pour la théorie des eaux douces et minérales rassemblées sur la terre ferme. Une plus vaste scène nous appelle : il faut parcourir l'immensité de l'Océan.

(1) Kirwan rapporte qu'en 1760 on découvrit qu'une des piles du pont de bois établi par Trajan sur le Danube, à peu de distance de l'emplacement qu'occupe Belgrade, était silicifiée à l'extérieur. J. H.

LIVRE TRENTE-TROISIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Mer et des Eaux marines. — Des Marées. — Des Courans.

Les mers sont un des objets les plus importans de la géographie physique. L'Océan, par ses exhalaisons qui rafraîchissent et humectent l'air, entretient la vie végétale, et fournit des alimens nécessaires à ces admirables canaux d'eau courante qui, en coulant toujours, ne se vident jamais. Sans l'influence bienfaisante de ces vapeurs, qui à chaque instant s'échappent de la surface des mers, toute la terre languirait, déserte et inanimée; le dessèchement de l'Océan, lent ou subit, suffirait probablement pour plonger dans le néant toute la nature organisée. Ce vaste amas d'eaux sert également à engloutir et à décomposer beaucoup de mauvais gaz et de débris, tant du règne animal que du végétal. Enfin l'Océan, en ouvrant un vaste champ au commerce, rend voisines des nations que tant d'immenses montagnes et tant de fleuves rapides semblaient pour toujours avoir séparées (1).

Nous avons parlé de l'aspect varié des côtes, qui sont les limites communes de la mer et de la terre. Quant au *fond* du bassin de la mer, il semble avoir des inégalités semblables à celles qu'offre la surface des continens; mis à sec, il présenterait des montagnes, des vallées, des plaines; il est d'ailleurs presque partout habité par une immense quantité d'animaux testacés, ou couvert par des sables et des graviers.

(1) On a calculé qu'en admettant que la superficie du globe soit d'environ 5,100,000 myriamètres carrés, celle des mers est de 3,700,000 myriamètres, c'est-à-dire qu'elles occupent un peu moins des trois quarts; mais elles sont réparties d'une manière fort inégale. Ainsi l'hémisphère

C'est ainsi que *Donati* a trouvé le fond de la mer Adriatique; la couche de testacés y a, selon lui, des centaines de pieds d'épaisseur (1). Le fameux plongeur *Pesciuola*, que l'empereur Frédéric II engagea à descendre dans le détroit de Messine, y vit avec effroi d'énormes poulpes attachés aux rochers, et dont les bras, de plusieurs aunes de long, étaient plus que suffisans pour étouffer un homme (2). En beaucoup d'endroits les madrépores forment comme une forêt pétrifiée, fixe au fond même de la mer; souvent aussi ce fond présente à nu diverses couches de roches et de terres. Le granite s'y élève en écueils pointus. Près de Marseille, on extrait du marbre d'une carrière sous-marine. Il en jaillit même des sources d'eau douce et des sources bitumineuses: dans le golfe de la Spezia, on voit un grand jet d'eau douce s'élever comme une colline liquide (3). Des sources semblables fournissaient aux habitans de la ville d'Aradus leur boisson ordinaire (4). A la côte méridionale de Cuba, au sud-ouest du port de Batabano, dans la baie de Xagua, à deux ou trois milles nautiques de terre, des sources d'eau douce jaillissent avec tant de force du milieu de l'eau salée,

austral en contient plus que le boréal dans la proportion d'environ 8 à 5. La même inégalité se fait remarquer dans le rapport des terres et des mers de chaque zone. Le tableau ci-dessous présente ce rapport.

		Terre.	Mer.
Dans la zone glaciale du nord, sur 1000 mèt. carrés on compte		400	600
——— tempérée *idem*	*idem*	559	441
——— torride *idem*	*idem*	197	803
——— *idem* du sud	*idem*	312	688
——— tempérée australe.....	*idem*	75	925
——— glaciale *idem*	*idem*	15?	985?

J. H.

(1) *Donati*, Storia naturale marina del Adriatico. *Marsigli*, Histoire physique de la mer.

(2) *Kircher*, Mundus subterraneus, l. II, ch. xv.

(3) *Spallanzani*, Journal de physique, juillet 1786.

(4) *Strab.*, Géog., l. XVI, p. 753, édit. Casaub. 2° Comp. *Plin.*, Hist. nat., V, 31, II, 103.

que les petites barques n'en approchent pas sans danger; plus on puise profondément, plus l'eau est douce (1).

On a observé que partout dans le voisinage des côtes hautes et escarpées, le fond de la mer aussi s'enfonce subitement à une profondeur considérable; tandis que près d'une côte basse et en pente douce, la mer ne prend que peu à peu de la profondeur (2).

Il y a des endroits dans l'Océan où l'on n'a pas trouvé de fond; mais il ne faut pas en conclure que la mer y soit réellement sans fond; idée, sinon absurde, du moins peu conforme aux analogies de la physique. Les montagnes des continens semblent répondre à ce qu'on appelle les *abîmes* de la mer. Or, les montagnes les plus hautes ne s'élèvent pas à 24,000 pieds. Il est vrai qu'elles ont été dégradées par l'action des élémens; ainsi l'on peut croire que la mer n'a jamais au-delà de 30,000 pieds de profondeur (3); mais il n'en faut pas le tiers pour qu'il soit impossible de trouver le fond avec nos petits instrumens. La plus grande profondeur qu'on ait essayé de mesurer, est celle trouvée dans l'Océan septentrional par le lord *Mulgrave*. Il laissa tomber une sonde très-pesante, et fila du câble jusqu'à 780 toises, ou 4680 pieds, sans trouver le fond.

Le *niveau* des mers est, généralement parlant, le même partout; cela suit de la pression égale en tout sens qu'exercent les molécules d'un fluide l'une sur l'autre. L'Océan pris dans son ensemble a donc une surface sphérique, ou plutôt *sphéroïdique*, qui peut être regardée comme la vraie surface de notre planète. Les golfes et les méditerranées qui n'ont que peu de communication avec l'Océan, peuvent

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, I, 235.

(2) *Dampier*, Voyage autour du monde, II, 119. *Pontoppidan*, Histoire naturelle de la Norvége, I, 109 (en danois).

(3) Laplace a démontré par l'influence que la lune et le soleil exercent sur notre planète, que la profondeur de la mer ne pouvait dépasser 8000 mètres. J. H.

seuls faire une exception à cette thèse : dans ces parties de la mer l'eau peut quelquefois être à un niveau un peu plus élevé que dans l'Océan. On prétend que les Hollandais ont trouvé le niveau du golfe de Zuyderzée considérablement plus élevé que la mer du Nord (1). Il paraît plus vraisemblable que le golfe Arabique soit plus élevé que la Méditerranée, et qu'en général, les petites portions de mer, ouvertes uniquement à l'est, aient un niveau plus élevé à cause de l'accumulation des eaux, poussées dans ces golfes comme dans un cul-de-sac par le mouvement général de la mer de l'est à l'ouest, mouvement dont nous parlerons plus loin (2). Il y a aussi des méditerranées où le niveau des eaux change avec les saisons : la Baltique et la mer Noire s'enflent au printemps par la quantité d'eau que les grands fleuves leur apportent. Ces deux mers intérieures se rapprochent de la nature des lacs qui ont ordinairement un niveau plus élevé que celui de l'Océan.

L'eau de mer contient, outre l'eau pure, plusieurs substances étrangères, dans des proportions qui varient selon les localités. L'acide hydrochlorique ou marin, l'acide vitriolique ou sulfurique, la soude, la magnésie et le sulfate de chaux y entrent pour l'ordinaire. Par la cuisson ou l'évaporation, on en retire du sel commun (chlorure de sodium) qui est préféré, pour la salaison, au sel de sources. La salure

(1) *Varenius*, Géographie générale, p. 101, édit. de Newton.

(2) La Méditerranée parait être au même niveau que l'Atlantique; mais on sait qu'à la marée basse la mer Rouge est de 8^m 12 plus haute que la Méditerranée, et de 9^m 9 à la marée haute; que, suivant M. de Humboldt, l'océan Pacifique est à 7^m au-dessus de l'Atlantique; que le golfe du Mexique est à 20 pieds plus haut que l'océan Pacifique, et que la mer Caspienne est à 325 pieds au-dessous de la mer Noire. La cause de quelques unes de ces différences de niveau est facile à expliquer : la mer Rouge est plus haute que la Méditerranée parce que certains vents y portent les eaux de l'océan Indien; de même que les vents alizés chassant les eaux de l'océan Atlantique dans le golfe du Mexique, élèvent son niveau au-dessus de celui de l'océan Pacifique. J. H.

et l'amertume des eaux de mer les rendent désagréables au goût, et inutiles pour l'usage de l'homme (1).

La salure de la mer semble, en général, être moindre vers les pôles que sous l'équateur. Cependant il y a des exceptions pour certains pays, et, en général, pour tous les golfes qui reçoivent beaucoup de rivières. Voici quelques observations sur cet objet citées par *Bergmann* (2).

(1) Linck, Pfaff et Lichtemberg, qui ont analysé l'eau de la mer Baltique, ont trouvé sur 1000 parties les substances ci-après :

	Linck.	Pfaff.	Lichtemberg.
Chlorure de sodium	106.04	72.91	55.75
Sulfate de magnésie	0.86	.....	2.30
——— de soude	.....	.....	2.79
Hydrochlorate de magnésie	48.17	7.81	10.41
——— de chaux	5.21	31.25	.....
Sulfate de chaux	.....	7.81	2.08
Carbonate de chaux	.....	1.30	0.83
——— de magnésie	.....	.....	0.41
Matière résineuse	0.41	.....	0.41
Acide carbonique (centimètres cubes)	.....	.....	0.43

En 1813, Bouillon-Lagrange et Vogel firent l'analyse de l'eau de la Manche, de l'océan Atlantique et de la Méditerranée. 1000 grammes d'eau leur donnèrent :

	Manche.	Oc. Atlant.	Méditerran.
Acide carbonique	0.23	0.23	0.11
Chlorure de sodium	25.10	25.10	25.10
——— de magnesium	3.50	3.50	5.25
Sulfate de magnésie	5.78	5.78	6.25
Carbonates { chaux / magnésie }	0.20	0.20	0.15
Sulfate de chaux	0.15	0.15	0.15
Le résidu fixe est donc	34.73	34.73	36.90

(Voyez l'article *Eaux naturelles*, par M. Chevreul, dans le Dictionnaire des Sciences naturelles). — On a remarqué que les substances qui entrent dans la composition de l'eau de mer augmentent en quantité depuis les pôles jusqu'à l'équateur. Elles diminuent dans le voisinage des volcans, près de l'embouchure des fleuves, des sources d'eau douce et des glaces polaires. Elles varient aussi suivant les saisons, les climats, la température. J. H.

(2) *Géographie physique*, I, 431. Comp. *Ingenhous*, Expériences sur les végétaux, p. 284.

Près de l'Islande, la mer contient en sel		$\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{10}$ de son poids.
Près des côtes de Norvége, *mer du Nord* (1)		$\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$
Dans le Kattegat, près Warberg (2)		$\frac{1}{16}$
Dans la mer Baltique		$\frac{1}{30}$
Dans le golfe de Bothnie		$\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{30}$
Dans la mer du Nord,	près le Northumberland	$\frac{1}{30}$
	près la Tamise	$\frac{1}{29}$
	sur les côtes de Hollande	$\frac{1}{32}$
Dans la mer d'Irlande, près Cumberland		$\frac{1}{40}$
Dans le canal d'Angleterre		$\frac{1}{30}$
Dans l'océan Atlant.,	côtes de France	$\frac{1}{32}$
	côtes d'Espagne	$\frac{1}{16}$
	côtes de Ténériffe	$\frac{1}{28}$
Dans l'océan Atlantique équinoxial		$\frac{1}{8}$
Dans la Méditerranée,	près Castiglione	$\frac{1}{21}$
	5 milles au nord de Malte	$\frac{1}{27}$ (3)

L'eau de mer est, en plusieurs endroits, moins salée à sa superficie qu'au fond. Au détroit de Constantinople, la proportion est de 72 à 62; dans la Méditerranée, comme 32 à 29. On a trouvé, dit *Bergmann*, que dans l'Œresund, l'eau prise à la superficie, à 5 et à 20 brasses de profondeur, était à l'eau de neige fondue, comme 10,047 10,060 et 10,189 à 10,000 (4) L'eau doit être plus épaisse et plus pesante à une certaine profondeur, puisqu'elle peut se comprimer au point qu'à 1800 mètres elle doit être comprimée

(1) *Hierne*, Tentam. chem., II, 178.

(2) *Swedenborg*, Miscel. observat., 103.

(3) M. de Humboldt a démontré que les proportions de sel contenues dans les eaux marines étaient les suivantes :

Entre l'équateur et 14° de latitude			0.0374
Entre	15° et 25°	»	0.0394
Entre	30° et 44°	»	0.0386
Entre	50° et 60°	»	0.0372

J. H.

(4) On a reconnu que, dans le détroit de Gibraltar, le contre-courant inférieur paraît être plus salé que le courant supérieur. J. H.

de $\frac{13}{1000}$ par son propre poids. En acquérant plus de salure, l'eau marine semble perdre, à une certaine profondeur, son amertume; c'est du moins ce que démontrent les expériences de Sparmann, qui, ayant pris une bouteille d'eau de mer à 60 brasses de profondeur, lui trouva le goût d'eau douce dans laquelle on aurait dissous du sel commun. D'après l'analyse chimique, il y avait extrêmement peu de magnésie (1).

L'eau de mer éprouve de grands changemens par l'agitation des flots, par la variation des saisons, et par l'action des courans. Près de Walloë, en Norvége, où il y a une saline, on a remarqué que l'eau de mer prise à sa superficie, contient $\frac{1}{24}$ de son poids de sel, au moment où les glaces se détachent, lesquelles occupent jusqu'à 30 pieds de profondeur; tandis que ce sel, dans toute autre saison, n'est en raison que de $\frac{1}{50}$. On éprouve sur les côtes de Cumberland, en Angleterre, une évaporation encore plus forte, puisqu'on a ordinairement $\frac{1}{45}$ de sel; et, après beaucoup de pluie, seulement $\frac{1}{50}$. Sur la côte de Malabar, l'eau marine devient quelquefois potable (2). Dans le Sund, les eaux changent de pesanteur et de salure avec les vents et les courans : viennent-ils de l'est? l'eau ne pèse que $\frac{47}{10000}$ plus que la neige fondue; arrivent-ils, au contraire, de l'ouest? l'eau pèse $\frac{126}{10000}$.

On prétend qu'en Islande la mer est plus salée pendant le flux que pendant le reflux; tandis que, dans le golfe de Bothnie, c'est justement le contraire; car les habitans y connaissent, par l'accroissement successif de la salure pendant le reflux, si le moment du flux approche. Dans ce même golfe la salure de la mer est, en général, la plus grande vers le solstice d'hiver, et la plus petite vers celui

(1) *Bergmann*, dans le Magasin de physique de Gotha, II, cah. I, p. 99-101 (2e édition allemande).

(2) *Duhamel*, Philos. Burg, cité par *Bergmann*, I, 434.

d'été; ce qui doit provenir sans doute, non seulement de l'écoulement des fleuves, mais encore de la fonte des glaces.

Il est plus aisé de voir les utiles résultats de la salure des eaux marines, que d'en découvrir l'origine. Sans cette salure, et sans un mouvement continuel, les eaux de la mer se corrompraient; elles seraient infiniment moins propres à porter des vaisseaux, et ne permettraient vraisemblablement pas à beaucoup d'animaux de vivre dans leur sein. Mais d'où vient cette salure? Des bancs de sel situés au fond de la mer? Mais ils semblent plutôt être eux-mêmes des dépôts que la mer a formés par précipitation. Viendrait-elle de la corruption des eaux fluviatiles ainsi qu'on l'a prétendu? Dans cette supposition, on pourrait regarder l'Océan comme un grand lac, l'égout commun de toutes les eaux terrestres. Mais, dit-on, dans ce cas, la salure devrait augmenter de jour en jour. *Halley*, qui a développé cette opinion (1), désirait qu'on fît des expériences qui serviraient, dans les siècles futurs, à éclaircir cette question. Que d'hypothèses n'a-t-on pas faites pour expliquer l'important phénomène de la salure des eaux marines? Plusieurs naturalistes modernes considèrent la mer actuelle comme le résidu d'un fluide primitif qui a dû tenir en dissolution toutes les substances dont le globe est composé; que ces eaux-mères ayant déposé tous les principes terreux, acides et métalliques dont elles étaient chargées, il est resté dans leur résidu, qui est la mer actuelle, quelques uns de ces principes élémentaires, trop intimement combinés avec l'eau pour s'en échapper (2).

(1) Philos. Transact., n° 334.

(2) Le célèbre chimiste suédois Cronstedt semble avoir mieux compris la marche de la nature : il prétendait que le sel marin se formait journellement au sein des mers. Il paraît d'abord que l'acide hydrochlorique est le produit de l'action de l'atmosphère, puisqu'on le trouve libre à la surface de l'Océan, tandis qu'on ne le trouve point dans les eaux marines, à quelque profondeur qu'on les prenne. J. H.

Quant à l'amertume des eaux marines, comme elle diminue en raison de la profondeur, elle pourrait bien venir uniquement de la grande quantité des matières animales et végétales, en décomposition et en putréfaction, qui flottent dans la mer, et que les eaux courantes ne cessent d'y apporter (1).

On a employé divers procédés pour rendre l'eau de mer potable. Le seul qui réussit est la distillation, mais il demande trop de soins et trop de chauffage pour pouvoir être employé en grand. La distillation même n'enlève pas toute l'amertume des eaux marines, lorsqu'elles contiennent du sel ammoniac. Ainsi les marins, quoique nageant au milieu de l'eau, se voient souvent exposés à mourir de soif, lorsque leur provision d'eau douce est épuisée. S'ils trouvent des glaces fixes ou flottantes, ils n'ont qu'à en prendre des morceaux, qui, en se fondant, donnent une eau douce, quoiqu'un peu fade (2).

(1) L'eau de la mer est douée aussi d'une mucosité particulière, dont l'effet est d'empêcher que le linge que l'on a plongé dans cette eau ne sèche jamais complètement tant qu'on ne l'a pas bien lavé dans l'eau douce. La saveur amère et nauséabonde, l'odeur particulière qui caractérise l'eau de mer sont les résultats de cette mucosité : il s'y joint cependant aussi l'odeur de chlore due à la présence du chlorure de sodium. M. Bory de Saint-Vincent regarde la mucosité dont il est question ici comme une dépendance de cette mucosité alimentaire qui, par l'action de l'air atmosphérique et de la lumière, produit ces molécules matérielles et ces corps organisés qui se multiplient dans les eaux douces, et qui doivent être en bien plus grand nombre dans les eaux marines. J. H.

(2) Voyez entre autres *Forster*, Observations faites pendant ses voyages, p. 50-52 (en allemand). *Brehmer*, Nouvelle méthode de distiller l'eau de mer, dans *Voigt*, Magasin des sciences naturelles, VII, 417 *sqq*.

Vers les deux tiers du XVIIIe siècle, un habile médecin, nommé Poissonnier, inventa un procédé qui a été employé avec un tel succès par Bougainville, que ce célèbre navigateur lui attribuait le salut de son équipage. Il consiste à distiller de l'eau de mer en y ajoutant 6 onces de soude par barrique. Cet alcali forme une sorte de savon avec les matières muqueuses et grasses que contient l'eau de mer. Ce savon enlevé rend l'eau tout-à-fait potable. J. H.

La *couleur* de la mer varie en apparence beaucoup; cependant elle est en général d'un bleu verdâtre foncé, qui, vers les côtes, devient plus clair. Il paraît que cette couleur apparente de la mer ne provient que des mêmes causes qui font paraître les montagnes bleues dans l'éloignement, et qui donnent à l'atmosphère sa couleur azurée. Les rayons de lumière bleus, comme les plus réfrangibles de tous, sont renvoyés en plus grande quantité par le fluide aquatique, qui leur fait subir une forte réfraction, en raison de sa densité et de sa profondeur.

Les autres nuances dans la couleur des eaux marines, dépendent des causes locales et quelquefois des illusions. On dit que la mer Méditerranée, dans sa partie supérieure, prend une teinte quelquefois pourprée. Dans le golfe de Guinée, la mer est blanche, et autour des îles Maldives, noire. Elle est jaunâtre entre la Chine et le Japon, verdâtre à l'ouest des Canaries et des Açores. La mer Vermeille, près de la Californie, a reçu son nom de la couleur rouge qu'elle prend souvent. Le même phénomène a été observé à l'embouchure de la rivière de la Plata, par *Magellan*, et en d'autres endroits.

Il n'est pas impossible qu'une grande quantité d'animalcules puisse, pour quelque temps, donner à une étendue de mer des teintes rougeâtres ou blanches. Un mélange avec certaines substances terreuses ou minérales, la nature du sol et plusieurs autres causes, peuvent produire ces apparences (1).

(1) Dans le voyage qu'il fit en 1825, M. Ehrenberg s'assura que la couleur de la mer Rouge était due à une espèce d'*oscillaria*, être microscopique intermédiaire entre l'animal et le végétal, et qui dépend d'une famille appartenant à l'ordre des arthrodiées de M. Bory de Saint-Vincent. Il est probable que les eaux de la mer de Californie doivent leur teinte rougeâtre à la présence de nombreuses espèces du même genre. Le savant M. de Candolle a reconnu aussi que la matière qui teignit en couleur de sang les eaux du lac de Morat en 1825, n'était que l'accumulation dans ce lac d'une espèce d'*oscillaria* qu'il appela *rubescens*. J. H.

Les teintes vertes et jaunâtres de la mer proviennent des végétaux marins. On connaît des endroits dans la mer où ces végétaux s'élèvent jusques à sa surface, et la couvrent même tout entière, comme entre les îles Canaries et celles du Cap-Vert, dans les parages que les Hollandais appellent *Kroos-zee*, et les Portugais *mare di Sargasso*. Cette végétation marine présente en grand les mêmes phénomènes que la *floraison des lacs*. Dans les lacs, ce sont des plantes déliées et flexibles, couvertes d'un léger chevelu, qui s'élèvent pendant le jour à la surface de l'eau, et qui souvent s'y plongent pendant la nuit.

Presque inconnue dans les mers voisines des cercles polaires, peu brillante dans les zones tempérées, c'est entre les tropiques et dans leur voisinage que la *lumière de mer* est un spectacle magnifique et imposant. Quelquefois le vaisseau, en fendant les ondes, semble tracer un sillon de feu; chaque coup de rame fait jaillir des jets d'une lumière ici vive et scintillante, là tranquille, et pour ainsi dire perlée. D'autres fois, des milliers d'étoiles semblent flotter et se jouer à la surface; ces points lumineux se multiplient, se réunissent, et bientôt ils ne forment qu'un vaste champ de lumière. En d'autres temps, la scène devient plus tumultueuse; des vagues lumineuses s'élèvent, roulent, et se brisent en écume brillante. On voit de gros corps étincelans, semblables, pour la forme, à des poissons, se poursuivre, se perdre, s'élancer de nouveau. Ces mobiles foyers de lumière se groupent de mille manières.

L'explication de ce phénomène a beaucoup occupé les naturalistes. Quelques uns prétendent que les eaux marines sont douées de phosphorescence, et qu'elles la communiquent même aux animaux qui les peuplent. Des expériences semblent l'attester (1). Mais des observations récentes faites

(1) Cette opinion est fondée principalement sur les expériences que fit Leroi, professeur de médecine à Montpellier. Il reconnut que lorsqu'on

pendant l'expédition de découvertes commandée par le capitaine Freycinet semblent aussi prouver que cette phosphorescence est due tout entière à la présence d'une innombrable quantité de mollusques et de zoophytes doués de cette faculté (1). Au surplus, ne peut-on pas admettre que les mollusques et les animalcules phosphorescens communiquent leur phosphorescence à l'eau de la mer?

mettait de l'eau de mer dans un vase découvert, elle cessait d'être lumineuse au bout de deux jours; que si le vase restait bien clos elle conservait beaucoup plus long-temps sa phosphorescence : ce qui semblerait ne devoir pas avoir lieu si cette phosphorescence était produite par des animalcules. Divers poissons, tels que des harengs et des merlans mis dans de l'eau de mer et même dans de l'eau douce, où l'on avait fait dissoudre du sel marin, rendirent, après qu'ils eurent été en putréfaction, l'eau sensiblement lumineuse. Ce fait avait déjà été observé par Van-Helmont. Enfin Leroi observa que plus on agitait l'eau, plus elle était phosphorescente; qu'en la remuant avec un instrument de fer elle le devenait plus qu'avec la main, et avec la main plus qu'avec un morceau de bois. J. H.

(1) Ces expériences ont été faites par MM. Quoy et Gaimard, et communiquées à l'académie des sciences le 18 octobre 1824. Ces deux savans disent que c'est principalement dans les détroits et dans les lieux peu profonds que les animalcules se reproduisent avec une admirable fécondité, et que c'est aussi dans ces mêmes lieux que la mer est le plus douée de phosphorescence. « Nous reconnûmes, ajoutent-ils en parlant de zones blanches qui entouraient le navire, qu'elles étaient produites par des zoophytes d'une petitesse extrême, et qui avaient en eux un principe phosphorescent si subtil et tellement susceptible d'expansion, qu'en nageant avec vitesse et en zigzag, ils laissaient sur la mer des traînées éblouissantes, d'abord larges d'un pouce, qui allaient à deux ou trois par le mouvement des ondes. Leur longueur était quelquefois de plusieurs brasses. Générateurs de ce fluide, ces animaux l'émettaient à volonté; on voyait tout à coup un point lumineux jaillir de leur surface, et se développer avec une prodigieuse rapidité. Un bocal, que nous mîmes à la surface de la mer, reçut deux de ces animalcules qui rendirent immédiatement l'eau toute lumineuse. Peu à peu cette lueur diminua, et finit par disparaître. Ce fut en vain qu'à la loupe et à la lumière (moyen facile de distinguer dans l'eau les mollusques transparens), nous fîmes des efforts pour apercevoir quelque chose, tout avait disparu. Seulement nous pouvons assurer qu'à l'aide de la lueur que répandaient ces animaux, nous discernâmes qu'ils étaient excessivement petits. » Voyez le Mémoire intitulé : *Observations sur quelques mollusques et zoophytes envisagés comme causes de la phosphorescence de la mer*. Annales des Sciences naturelles, tom. IV. J. H.

Fougeroux, *Canton*, *Forster*, et d'autres bons observateurs, en convenant de l'existence des animaux phosphorescens, pensent que la lumière de mer, lorsqu'elle est tranquille, et comme unie avec les eaux de la mer, provient de la décomposition des matières végétales et animales rassemblées dans la mer, et qui, en se putréfiant, laissent échapper leur phosphore. Cette espèce de lumière marine se montre surtout dans les longs calmes, et après de grandes chaleurs (1). Le frai des poissons semble aussi posséder la qualité de jeter un certain éclat; c'est peut-être à cette cause qu'on doit, dans les mers boréales, certaines apparences lumineuses appelées par les pêcheurs *lueurs de harengs*.

On a observé que la lumière marine phosphorique était plus forte dans un temps d'orage; ce qui a fait dire que le phénomène pouvait n'avoir d'autre cause que le frottement des courans marins.

Une question intéressante s'offre naturellement à l'esprit :

La lumière du soleil pénètre-t-elle jusque dans les plus grandes profondeurs de l'Océan? « Si l'on ne considérait que l'homme et la faiblesse de ses organes, il serait facile de répondre à cette question, et l'on dirait que les rayons solaires ne parviennent qu'à une profondeur de 300 mètres au plus. Cependant des êtres vivent dans les abîmes incommensurables de l'Océan : tout le prouve. Les plantes marines de 1000 mètres de longueur et au-delà, les rochers madréporiques qui s'élèvent verticalement du fond de la mer dans les parages où la sonde reste flottante, le corail ordinaire que l'on pêche à plus de 1000 pieds de profondeur, enfin les débris d'êtres inconnus que les vol-

(1) *Forster*, Observ., etc., p. 57-58. *Id.*, dans *Sparmann*, Voyage au Cap, p. 5. *Canton*, Philos. Transact., vol. LIX, p. 446. *Fougeroux*, sur la lumière que donne l'eau, etc. Mém. de l'acad. de Paris, 1767.

cans, les tremblemens de terre, les tempêtes arrachent du fond de la mer et jettent sur le rivage, nous démontrent chaque jour que les eaux sont habitées jusque dans les plus grandes profondeurs. D'après ces faits, l'on doit dire que la lumière n'est pas nécessaire à l'existence des êtres organisés, ou bien que des rayons lumineux, pénétrant jusqu'au fond des mers, quel qu'il soit, il n'y règne pas une obscurité absolue. Ces rayons ne peuvent être appréciés par nos organes; cependant la lueur qu'ils répandent suffit pour des plantes, pour des animaux dont les sensations sont peut-être aussi parfaites que celles des polypes, susceptibles, a dit ingénieusement un de nos plus savans professeurs (M. Duméril), de palper la lumière par toute la surface de leur corps (1). »

La température de la mer change moins soudainement et moins facilement que celle de l'atmosphère. L'eau marine est un mauvais conducteur du calorique; cependant celui-ci y pénètre peut-être un peu plus avant que la lumière. La température du fond de la mer semblerait donc devoir suivre celle de l'intérieur du globe dans les différentes latitudes.

Les observations qui ont eu pour but de constater cette température sont encore en trop petit nombre et n'ont point été faites avec assez d'exactitude ni à une assez grande profondeur, pour qu'il soit possible d'établir à cet égard autre chose que des conjectures. Péron, dans le voyage qu'il entreprit autour du monde avec le capitaine Baudin, s'empressa, à la suite de quelques expériences trop incomplètes, d'adopter l'opinion que la température de l'Océan s'abaissait à mesure que l'on descendait dans ses abîmes, en sorte que ses eaux devaient reposer sur un noyau de glace. Cette opinion eut même quelque crédit, quoiqu'elle fût en opposition avec celle qui admettait l'existence d'un feu central,

(1) *Lamouroux*, Résumé d'un cours élémentaire de Géographie phys.

que tant d'expériences récentes confirment aujourd'hui de plus en plus, et quoiqu'elle eût encore contre elle la légèreté spécifique de la glace et la densité croissante de l'eau. Cependant, ainsi que l'a dit un savant naturaliste (1), qui les a constatés dans ses voyages, les faits suivans peuvent se déduire des recherches de Péron.

La température de l'Océan est généralement plus froide à midi que celle de l'atmosphère observée à l'ombre; elle est constamment plus forte à minuit; le matin et le soir les deux températures sont ordinairement en équilibre; le terme moyen d'un nombre donné d'observations comparatives entre la température de la surface des flots et celle de l'atmosphère, répétées quatre fois par jour, à 6 heures du matin, à midi, à 6 heures du soir, à minuit, et dans les mêmes parages, est constamment plus fort pour les eaux de la mer par quelque latitude que les observations soient faites; le terme moyen de la température des eaux de la mer, à leur surface et loin du continent, est donc plus fort que celui de l'atmosphère avec lequel les eaux sont en contact.

Cette série de faits ne concerne que la surface de la mer, mais ils ne sont pas sans intérêt pour la théorie des climats physiques.

Ajoutons que M. de Humboldt a signalé plusieurs autres faits importans. Suivant ce célèbre voyageur, l'eau qui recouvre un banc de sable est toujours plus froide qu'en pleine mer : ainsi, en traversant de la Corogne au Férol, le thermomètre centigrade marquait près d'un banc 12° 5′ et 13° 3′ tandis qu'il se tenait à 15° ou 16° 3′ partout ailleurs où la mer était très-profonde; la température atmosphérique étant alors de 12° 8′. La différence est d'autant plus grande que le banc est moins abaissé au-dessous de la

(1) *Bory de Saint-Vincent*, article *Mer* du Dictionnaire classique d'Histoire naturelle.

surface des eaux. Plus un banc est étendu, plus l'eau qui le recouvre est froide; il ne faut en excepter que les hauts-fonds compris entre des caps rapprochés ou dans des courans réguliers. L'abaissement de température est très-sensible à l'approche des terres (1).

Le phénomène qu'offre l'approche des bancs de sable a été attribué par H. Davy au refroidissement que l'eau éprouve par le rayonnement et par l'évaporation.

On conçoit l'importance des observations de M. de Humboldt par le fait seul que l'abaissement de la température peut révéler au navigateur l'existence d'un danger inattendu, en lui indiquant l'approche d'un haut-fond.

Quant à la température générale des mers, tout porte à croire, d'après les expériences de Forster, d'Irving, de Horner, de Langsdorf, de Mulgrave, de Péron et d'autres observateurs, qu'elle s'abaisse à mesure que l'eau descend jusqu'à une profondeur qu'on ne saurait déterminer; mais au-delà de ce terme, la chaleur de la terre se faisant sentir doit progressivement élever cette température.

Les glaces marines semblent naître vers les pôles à mesure que la salure de la mer diminue, et que le mouvement de rotation de chaque point du globe devient moins rapide. On voit déjà vers le 40e degré de latitude, de gros morceaux de glace flotter sur la mer; ils ont été détachés de quelque endroit plus septentrional, et entraînés par les courans qui vont du pôle à l'équateur. A 50 degrés, il est déjà assez ordinaire de voir les rivières, les lacs, et même les bords de la mer, se couvrir de glace. A 60 degrés de latitude boréale, les golfes, les mers intérieures se gèlent souvent sur toute leur surface. A 70 degrés, les glaçons flottans deviennent plus fréquens, plus énormes; et vers le 80e degré on trouve, le plus souvent, des glaces fixes, non pas que la mer y soit gelée jusqu'au fond, mais parce que

(1) *Humboldt*, Voyage aux régions équinoxiales.

les glaces s'y sont accrochées et arrêtées par leur accumulation.

Les glaces paraissent former deux vastes coupoles qui couronnent les deux extrémités polaires de notre planète ; mais dans l'hémisphère austral elles sont plus rapprochées de l'équateur d'environ 10 degrés, de sorte que les champs fermes de glaces se trouvent déjà à 70 degrés, et les grandes îles de glaces flottantes se montrent en foule, et quelquefois même se fixent en-deçà de 60 degrés de latitude.

Les glaces polaires se présentent sous forme de masses ou bancs, de protubérances ou montagnes et de vastes champs.

Les *masses* ou *îles* de glace ont souvent une demi-lieue de long, et s'élèvent au-dessus des eaux jusqu'à cent pieds. Ces masses énormes, dangereuses aux vaisseaux, se forment, dit-on, par l'accumulation des lames de glace qui glissent l'une sur l'autre.

« Les *montagnes* de glace, dit Lamouroux, se forment sur les îles ou les continens; elles bouchent l'ouverture des vallées et présentent communément une surface carrée et perpendiculaire du côté de l'Océan ; elles s'enfoncent dans les terres à des distances indéterminées. Ces glaces se brisent, tombent dans la mer, et forment les montagnes de glaces flottantes de 50 à 60 mètres de hauteur aux environs du Spitzberg, et de près de 200 mètres dans la baie de Baffin. Leur surface est unie ou hérissée de pics qui s'élèvent quelquefois à plus de 40 mètres. Ces montagnes sont d'un grand secours pour les navigateurs; ils y trouvent un abri contre les vents et les courans. Il est néanmoins dangereux d'y amarrer les vaisseaux; elles sont si parfaitement équilibrées, qu'un léger accident suffit pour les faire tourner et pour engloutir le bâtiment. »

Les *champs de glaces* ont souvent une étendue immense; Cook en trouva une bande qui joignait l'Asie

orientale à l'Amérique septentrionale. L'aspect de ces continens et îles de glace surpasse toute idée que l'imagination pourrait nous en donner. Tantôt on croit voir des montagnes d'un pur cristal et des vallées semées de diamans; tantôt des tours grisâtres avec leurs flèches resplendissantes, semblent s'élever au-dessus d'un rempart crénelé de glaces. L'atmosphère brumeuse, qui agrandit et rapproche les objets, rend ce spectacle encore plus gigantesque. Mais il faut avoir un cœur d'airain, pour oser s'enfoncer dans ces mers inhospitalières; car si le navigateur n'y a point à craindre les tempêtes, extrêmement rares sous ces latitudes, si les trombes et les ouragans y sont inconnus, il court d'autres dangers bien plus capables d'effrayer les esprits les plus téméraires. Tantôt des glaçons énormes, agités par les vents et les courans de mer, viennent se heurter contre son frêle navire : point de rocher ou d'écueil si dangereux ni si difficile à éviter; tantôt ces montagnes flottantes entourent perfidement le voyageur, et lui ferment toute issue; son vaisseau s'arrête, se fixe; en vain la hache impuissante cherche à briser ces masses énormes; en vain les voiles appellent les vents: le bâtiment est comme soudé dans la glace; et le navigateur, séparé du monde des vivans, reste seul avec le néant. Qu'elle est affreuse la situation de ceux qui, ainsi enfermés par la glace, n'ont d'autre ressource que de quitter leur vaisseau, et de marcher sur cette croûte consolidée de la mer, qui, à chaque moment, peut s'entr'ouvrir sous leurs pieds! Heureux encore si, mourant de froid et de faim, tous ensemble réunis sur un morceau de glace flottante, ils peuvent être jetés sur les rivages de la Sibérie ou de la Nouvelle-Zemble! Mais la plupart du temps il ne reste aucun espoir de vie aux malheureux naufragés sur cette terrible mer. Ou l'onde glaciale les engloutit, ou le tyran de cet affreux empire, l'ours blanc, les dévore; ou enfin,

l'intensité du froid étouffe dans leurs corps la chaleur vitale, leurs pieds se collent sur la glace, le sang s'arrête dans leurs veines, et pour eux, la nuit polaire devient une éternelle nuit.

Bernardin de Saint-Pierre a prétendu que la fonte journalière des deux coupoles de glaces polaires produisait le phénomène des marées, à peu près comme la fonte des neiges, dans les Alpes, produit des mouvemens périodiques dans certains lacs et les fontaines. Mais ce phénomène ne peut s'expliquer de cette manière, et l'existence même de deux semblables coupoles est douteuse. Comme il faut une certaine agitation pour produire des glaces, il se pourrait bien que la congélation fût plus perpétuelle vers le 80e degré qu'au pôle même. Quelques coups de vent subits que les navigateurs éprouvent dans ces latitudes, et qui viennent du pôle, semblent indiquer des changemens successifs dans l'état de ce point extrême du globe. Il est plus sûr que la fonte des glaces polaires contribue à former les courans qui vont du pôle à l'équateur.

Les glaçons ne répandent pas un froid si vif autour d'eux, à leur place natale, que lorsque, détachés et déjà fondans, ils sont portés par les flots vers d'autres parages; car, comme la glace n'est formée que par l'absence du calorique, sa fusion ne s'opère que par une nouvelle combinaison avec le calorique. Où prendre cet élément? Dans l'air ambiant. Les glaces en absorbent avidement le calorique, et le rendent par conséquent extrêmement froid (1).

Les eaux de la mer cèdent à la plus légère impression:

(1) On a remarqué que les glaces polaires sont de deux espèces : celles d'eau de mer et celles d'eau douce. Les premières sont blanches, poreuses, opaques ou d'une transparence verdâtre, plus légères, moins dures que les secondes, et donnent de l'eau un peu saumâtre en se fondant. Celles d'eau douce ont un aspect noirâtre et une belle couleur verte. La pesanteur spécifique des premières est de 0.873; celle des secondes est de 0.937. J. H.

et quoique leur densité et leur pesanteur concourent à les retenir dans un équilibre stable, elles sont animées jusques à une certaine profondeur de mouvemens très-rapides et très-variés. On peut classer ces mouvemens d'après la manière dont les molécules se meuvent, et d'après la nature des agens qui font naître le mouvement.

La différence de direction distingue les mouvemens *horizontaux* des mouvemens *verticaux*. Dans les premiers, l'eau coule sur la surface du globe; dans les autres, elle s'éloigne ou s'approche du centre de la terre. Les mouvemens horizontaux peuvent être *directs* ou *courbes*, ou même *circulaires*, etc. De l'étendue et de la durée du mouvement dépend la différence entre les *oscillations*, dans lesquelles toute une masse d'eau est remuée à la fois, et les *ondulations*, dans lesquelles le mouvement se propage d'une partie de la masse à l'autre.

Selon la nature des causes motrices, on peut distinguer trois genres de mouvemens dans la mer. Les marées sont des *mouvemens sidériques*, puisqu'elles dépendent de la puissance des astres. Les courans généraux, et la plupart des courans particuliers, ont leurs causes dans l'élément même qui en est agité; ce sont donc les *mouvemens propres* de la mer. La troisième espèce comprend les *mouvemens atmosphériques*, produits par l'action des vents. Quant à ces oscillations violentes qui accompagnent les tremblemens de terre, et rendent ainsi l'Océan complice des volcans, je voudrais les appeler *tremblemens de mer;* ils sortent de la série des mouvemens ordinaires.

On peut distinguer dans la mer, trois régions ou couches, l'une au-dessus de l'autre, mais sans limite constante. La première, agitée par les vents, est la *région des ondulations;* celle-ci est immédiatement suivie par la *région des courans;* vient enfin la *région immobile*, où la densité des particules, par la pression, par leur adhérence

au globe, par le frottement, rend le mouvement nul.

Les mouvemens de l'air produisent à la superficie de l'eau des mouvemens correspondans. Les vents inégaux font naître des *ondes* ou des *flots* qui s'élèvent en montagnes écumantes, roulent, bondissent, se brisent l'un contre l'autre; dans un moment, ils semblent porter les déesses de la mer qui viennent s'égayer par des jeux et des danses; dans l'instant prochain, une tempête fond sur eux, et les anime de sa fureur; ils semblent se gonfler de colère, on croit voir les monstres marins qui se livrent la guerre. Un vent fort, constant et égal, produit dans la mer des *lames* ou de longues rides d'eau qui s'élèvent comme sur le même front, marchent d'un mouvement uniforme, et l'une après l'autre viennent se précipiter sur le rivage. Quelquefois les lames suspendues par un coup de vent, ou arrêtées par un courant, forment comme une muraille liquide : malheur au téméraire navigateur qui s'en approcherait!

Toutes ces oscillations proviennent de ce qu'un courant d'air, en déplaçant quelques parties des eaux, a rompu l'équilibre dans lequel elles tendent chaque moment à se remettre. Ces mouvemens tiennent de ceux du pendule. Ils n'affectent que la superficie des eaux; les plongeurs assurent que dans les plus grandes tempêtes, on trouve une eau tranquille à 15 toises de profondeur. Les géomètres ont entrepris de soumettre ces mouvemens à leurs calculs. « La vitesse de la propagation des ondes, dit un savant » illustre (1), sera la même que celle qu'un corps grave » acquerrait en descendant d'une hauteur égale à la moitié » de la profondeur de l'eau dans le canal. Par conséquent, » si cette profondeur est d'un pied, la vitesse des ondes » sera de $5\frac{51}{1000}$ pieds par seconde; et si la profondeur de » l'eau est plus ou moins grande, la vitesse des ondes va-

(1) *Lagrange*, Mécanique analytique, pag. 491.

» riera en raison sous-doublée des profondeurs, pourvu » qu'elles ne soient pas trop considérables. »

Il faut distinguer des *ondes* produites par l'action momentanée du vent, les *vagues* qui proviennent de l'impulsion communiquée aux eaux par un vent précédent, ou par un courant, ou enfin par une autre cause quelconque. Les navigateurs voient souvent cette double oscillation, qui quelquefois contribue à augmenter l'agitation du vaisseau.

Les *marées* sont des oscillations régulières et périodiques, que les mers du globe terrestre subissent par l'attraction des autres corps célestes, principalement par celle de la lune et du soleil (1).

Considérons d'abord la seule action de la lune sur la mer, et supposons cet astre dans le plan de l'équateur. Il est évident que si la lune exerçait sur toutes les molécules de la mer une attraction égale et parallèle au centre de la gravité de la terre, le système entier du sphéroïde terrestre, et des eaux qui le recouvrent, serait animé d'un mouvement commun, et leur équilibre relatif ne souffrirait aucune atteinte. Cet équilibre n'est troublé que par la différence entre les attractions que la lune exerce, et l'inégalité de leurs directions. Quelques parties du globe sont directement attirées par la lune; d'autres le sont obliquement; celles-là sont en conjonction avec la lune, et une ligne tirée des centres de deux planètes, passerait par leur zénith; celles-ci sont en quadrature avec la lune, c'est-à-dire, une ligne tirée du centre terrestre, à leur zénith, ferait un angle de 90 degrés avec la ligne qui joint les centres de ces deux planètes. La force attractive, qui agit obliquement, est décomposée, à cause de son incidence

(1) *Bernouilli*, Mémoire couronné, *sur le flux et le reflux*. Les mémoires d'*Euler* et de *Maclaurin*, celui-ci sous le titre de Théorie du Flux et Reflux, 1740. *Lalande*, Traité sur le Flux et Reflux, 1781. *Laplace*, Système du Monde. *Idem*, dans les Mém. de l'acad. des sciences, 1790.

oblique. Ainsi, les parties en conjonction sont plus fortement attirées que celles en quadrature; la pesanteur de leurs molécules est diminuée. Il faut donc, pour qu'il y ait équilibre dans toutes les parties de la mer, que les eaux s'élèvent sous la lune, afin que l'excès de pesanteur des molécules en quadrature, sur celles en conjonction, soit compensé par la plus grande hauteur de celles-ci.

Les eaux s'élèvent, non seulement du côté où est l'astre attirant, mais encore du côté opposé, parce que si l'astre attire les eaux supérieures plus qu'il n'attire le centre de la terre, il attire aussi ce centre plus qu'il n'attire les eaux inférieures dans l'hémisphère opposé. Ces eaux se porteront donc moins vers l'astre attirant, que ne le fera le centre de la terre; elles resteront en arrière du centre autant que les eaux supérieures vont en avant du côté de la lune.

Il se formera donc, par l'action de la lune sur la terre, deux promontoires ou éminences d'eau : l'un du côté de la lune, l'autre du côté opposé, ce qui donnera à la mer à peu près la figure d'un sphéroïde allongé, dont le grand axe passera par le centre de la lune et de la terre. La marée est *haute* sous la lune et dans le point opposé, à 180 degrés de distance. Il s'ensuit que, dans les deux points intermédiaires, ou à 90 degrés de distance de la lune, la marée doit être *basse*.

La terre, par son mouvement de rotation, présente successivement à la lune, dans l'espace de vingt-quatre heures, tous ses méridiens, qui se trouvent conséquemment tour à tour et dans un intervalle de six heures, tantôt sous la lune, tantôt à une distance de 90 degrés de cet astre. De là il résulte que dans le temps qui s'écoule entre le départ de la lune d'un méridien et son retour prochain au même méridien, c'est-à-dire, dans l'espace d'un jour lunaire, qui surpasse le jour solaire d'environ 50 minutes et demie, les eaux de la mer s'élèveront deux fois et s'abaisseront

deux fois dans tous les lieux de la terre, quoique d'une manière presque insensible dans les endroits éloignés de la route lunaire.

La terre, en tournant sur son axe, emporte avec elle, à l'orient de la lune, les promontoires ou les molécules d'eau les plus élevées; elles continueront donc de s'élever encore par l'action de la lune; et quoique cette action, déjà moins directe, diminue de force à chaque instant, elle subsiste et continue à combattre l'inertie et le frottement qui retardent l'élévation. Voilà pourquoi cette élévation n'atteint pas son *maximum* au moment même où la lune passe par le méridien, mais à peu près trois heures après ce passage.

Une seconde cause tend à produire le même effet. Les eaux, placées en quadrature à l'occident de la lune, et portées vers la conjonction, avec cet astre, par le mouvement de rotation de la terre, seront continuellement accélérées dans ce quart de leur jour, se mouvront après la syzygie ou conjonction, avec cette somme d'accélérations; et rencontrant alors des molécules continuellement plus retardées que la terre, il se formera deux courans contraires, qui placeront la plus grande élévation à environ 45 degrés après la syzygie. Pour des raisons semblables, la plus grande dépression des eaux n'arrivera pas à la quadrature, mais à 45 degrés de ce point, et trois heures après.

Si maintenant nous supposons le soleil dans le plan de l'équateur, il est évident que son action, en ayant lieu de la même manière que celle de la lune, doit exciter dans l'Océan une agitation semblable aux marées lunaires. Ainsi, les eaux s'élèveront deux fois, et s'abaisseront deux fois pendant un jour solaire; mais à cause de l'immense distance du soleil, ces marées solaires seront beaucoup plus petites que celles qui résultent de l'action de la lune. Selon *Lalande*, la force de la lune est 2 $\frac{7}{10}$ fois celle du soleil; *Laplace* trouve même qu'elle en est triple.

A cause de l'inégalité qui existe entre les jours solaires et lunaires, l'action du soleil quelquefois changera les marées lunaires, et d'autres fois on confondra ses effets avec ceux de la lune. Dans les syzygies, ou conjonctions, l'action de la lune concourt avec celle du soleil, pour élever les eaux. Voilà pourquoi les plus grandes marées arrivent aux pleines et nouvelles lunes. Dans les quadratures, les eaux de la mer sont abaissées par l'action du soleil, au même point où l'action de la lune les élève, et réciproquement. Ainsi, les marées des quadratures doivent être les moins sensibles. Cependant la plus haute marée n'arrive pas et ne doit pas arriver précisément le jour de la nouvelle ou de la pleine lune, mais deux ou trois jours après. Cela vient de ce que le mouvement, une fois acquis, n'est pas détruit tout d'un coup; il continue d'augmenter l'élévation des eaux, quoique l'action instantanée du soleil soit réellement diminuée.

Ce que nous avons dit regarde la position du soleil et de la lune dans l'équateur; considérons maintenant ces astres dans leurs déclinaisons variées, et nous verrons varier l'élévation en raison inverse du cube des distances des eaux. Sans entrer dans ces détails, qui exigent des démonstrations mathématiques, remarquons seulement que c'est de la proximité de ces astres que semblent dépendre les grandes marées équinoxiales qui viennent le plus souvent, l'une *avant* l'équinoxe du printemps, et l'autre *après* celui d'automne, c'est-à-dire, l'un et l'autre dans le temps où le soleil parcourant les signes méridionaux, est plus près de nous. Cependant cela n'arrive pas tous les ans, parce qu'il y a quelquefois des variations produites par la situation de l'orbite de la lune, et par la distance des syzygies aux équinoxes.

Les grandes inégalités du fond de la mer, la position des côtes, leur pente sous l'eau, tantôt rapide, tantôt douce,

la différente largeur des canaux et des détroits, enfin, les vents et les courans, toutes ces circonstances locales, et quelquefois accidentelles, altèrent la marche des marées, la font dévier de cette régularité qu'elle aurait dans une mer libre, augmentent l'intensité du flux sur les côtes des canaux resserrés, et en faisant varier le degré des frottemens des eaux, raccourcissent ou prolongent la durée relative de la haute et basse mer. Ainsi, on voit dans les îles de la mer du Sud, des marées régulières et peu considérables, d'un ou deux pieds d'élévation (1); tandis que sur les côtes occidentales de l'Europe, et sur celles orientales de l'Asie, les marées sont extrêmement fortes et sujettes à beaucoup de variations. On nous assure que l'île de Formose, près de la Chine, a éprouvé, en 1632, une marée qui passa au-dessus de la chaîne des montagnes qui traverse l'île; mais cela est un peu difficile à croire. Sur les côtes de la France, qui bordent la Manche, le flux, resserré dans un bassin, et en même temps répercuté par les côtes d'Angleterre, s'élève à une hauteur énorme; à Saint-Malo, jusqu'à 50 pieds (2).

Dans le golfe de Hambourg, la marée est quelquefois le résultat de trois forces combinées, savoir : d'un flux arrivé par le détroit de Calais; d'un autre flux venant par les îles Orcades, et réfléchi, vers la mer d'Allemagne, par le courant polaire ou par des vents très-forts du nord-ouest; enfin (à ce que je crois), de la répulsion des eaux de l'Elbe et des autres fleuves. Le flux ordinaire est, à Hambourg, de 6 pieds 8 pouces; le flux des syzygies est de 7 pieds 3 pouces. Mais le vent soufflant avec violence du nord-ouest, le flux s'élève jusqu'à 18 pieds, quelquefois même

(1) *Forster*, Observations pendant un voyage autour du monde.

(2) A Chepstow, dans le comté de Monmouth, en Angleterre, la marée monte à 66 pieds; à l'embouchure de l'Indus, elle atteint 30 pieds. Chabert assure que dans la baie Française, en Amérique, elle s'élève quelquefois jusqu'à 70 pieds. J. H.

à 20 pieds et au-delà. Hambourg est à trente lieues de l'embouchure de l'Elbe; et le flux fait ces trente lieues en 5 heures 23 minutes; étant arrivé à l'embouchure du fleuve, il emploie $\frac{3}{4}$ à $\frac{5}{4}$ d'heure à forcer le courant fluviatile de rétrograder. Le même courant fait qu'à Hambourg le flux ne dure que 4 heures 18 minutes, et le reflux 8 heures 6 minutes. Cet exemple peut servir à expliquer tous les phénomènes de la marée, serrée dans un canal étroit, et repoussée par un courant contraire à sa direction.

Dans la zone torride, les marées se propagent d'orient en occident, avec le mouvement des astres. Dans la zone tempérée boréale, elles arrivent du sud, et dans la zone tempérée australe, du nord : ainsi dans l'une et l'autre elles viennent de la zone torride, qui est la partie du globe où la puissance des astres agit le plus directement sur les mers. Il y a des exceptions purement locales. La zone glaciale du nord ne se ressent que fort peu des marées; son éloignement, les terres qui l'entourent, les glaces dont ces mers sont encombrées, tout concourt à détruire ici l'effet de l'attraction sidérale. Nous ne savons rien de la zone glaciale du sud.

Si l'on objecte contre cette théorie de l'attraction lunaire, l'absence de toute marée dans quelques golfes, dans quelques méditerranées, nous répondrons qu'au contraire ces phénomènes sont de nouvelles preuves en faveur de l'hypothèse contre laquelle on les invoque. Dans les petites masses d'eau, la lune agit en même temps sur toutes les parties; elle diminue la pesanteur de toute la masse. Maintenant, il y a peu ou il n'y a point d'eau environnante qui pourrait venir s'accumuler avec la masse attirée en promontoire liquide; car cette intumescence doit moins sa naissance à un mouvement vertical des eaux attirées, qu'à l'affluence latérale des eaux voisines, en vertu de la plus grande pesanteur de celles-ci. Voilà pourquoi la Médi-

terranée n'a que de très-petites marées, qui semblent se former principalement dans le bassin étendu à l'est de l'île de Malte, et qui se propagent au nord, dans le golfe de Venise, où elles montent quelquefois à 5 ou 7 pieds.

L'Océan communique l'effet de ses marées aux golfes et aux méditerranées qui ont leurs canaux d'entrée tournés vers les points cardinaux d'où la marée arrive. La Baltique et la Méditerranée ne sont point dans ce cas. Les baies de Baffin et d'Hudson y sont; aussi la marée y est-elle sensible. Le golfe d'Arabie en est encore un exemple frappant.

Passons à la considération des *mouvemens propres* de l'Océan, ou des *courans* généraux et particuliers.

On remarque, surtout entre les tropiques, et jusqu'à 30 degrés de latitude nord et sud, un mouvement continuel dans les eaux de l'Océan, qui les porte d'orient en occident, dans une direction semblable à celle des *vents alizés*, mais contraire à celle de la rotation du globe (1). Les navigateurs, pour aller d'Europe en Amérique, sont obligés de descendre à la latitude des Canaries, pour prendre le courant qui les porte avec rapidité à l'occident. Ils observent la même règle pour aller d'Amérique en Asie, par l'océan Pacifique. On pourrait croire qu'ils font ainsi, seulement, à cause des vents alizés; mais ils assurent qu'on distingue très-bien l'action du courant atmosphérical, de celle du courant océanique. On la reconnaît, parce que le vaisseau fait plus de chemin qu'il ne pourrait faire à l'aide du vent seul (2). Les corps flottans à la surface des eaux,

(1) *Fournier*, Hydrographie, lib. IX, c. XXII. *Varenius*, Géographie générale, ch. XIV, prop. 7 *sqq*. *Pownal*, Hydraulic and nautical observations, in the atlantic Océan, Londres, 1787. *Franklin*, Maritime observations, dans les *Transactions* of the *American society of Philadelphia*, vol. II, p. 315 *sqq*. *Fleurieu*, dans le Voyage de Marchand. *Dampier*, *Forster*, etc.

(2) Le capitaine Sabine, dans le voyage qu'il fit de Sierra-Leone à New-York, à bord du *Pheasant*, compta 1600 milles géographiques de courans sur les 9000 de cette traversée. J. H.

l'indiquent également. On en éprouve des effets extrêmement violens dans plusieurs détroits.

Un second mouvement porte les mers des pôles vers l'équateur. Il a aussi son mouvement correspondant dans l'atmosphère. La preuve la plus décisive de la réalité de ce mouvement est celle qu'on tire de la direction des glaçons flottans, qui se portent constamment des pôles vers l'équateur.

L'origine de ces deux mouvemens paraît dépendre de l'action du soleil, de l'évaporation, et de la rotation du globe.

Le mouvement qui porte les mers des pôles vers l'équateur (et que je désignerai par les noms de *courans polaires*, *boréal* et *austral*), s'explique de la manière suivante. Tous les jours les rayons solaires décomposent une énorme quantité de glace; ainsi les mers polaires ont toujours une surabondance d'eau dont elles tendent à se décharger; comme l'eau, sous l'équateur, a une moindre pesanteur spécifique, et que d'ailleurs l'évaporation, très-forte sous la zone torride, en absorbe une bonne partie, il est nécessaire que les eaux voisines accourent pour rétablir l'équilibre; ce mouvement se propage d'une région aquatique à l'autre, et ainsi, à chaque instant, les eaux circompolaires sont sollicitées à se porter vers l'équateur.

Le mouvement d'est à l'ouest (que l'on pourrait appeler *courant tropique* ou *équatorial*), paraît tenir à des combinaisons plus compliquées. Les vents alizés, loin de pouvoir être l'unique cause du mouvement général de la mer, en pourraient plutôt être l'effet, du moins en partie. Le soleil et la lune, en avançant chaque jour à l'occident, relativement à un point fixe pris sur la terre, doivent, selon *Buffon*, entraîner la masse des eaux vers l'occident. Cette circonstance retarde les marées journalières, de sorte que l'on peut regarder le flux comme une intumescence des mers qui fait le tour du globe en 24 heures 49 minutes, ou en reculant chaque jour vers l'ouest. D'où l'on conclut

qu'il doit naître une tendance habituelle des eaux vers l'occident. Cette explication ne satisfait point aux phénomènes. Voici celle qui nous a paru la plus plausible. L'action du soleil et la rotation terrestre diminuent constamment la pesanteur des eaux équatoriales, et l'évaporation en fait disparaître une quantité infiniment plus grande que ne peuvent lui rendre les fleuves. Les eaux des mers plus éloignées de l'équateur sont donc sollicitées de remplir ce vide, et de là proviennent les deux courans polaires. Maintenant ces eaux, qui viennent des zones plus froides (surtout dans le Grand-Océan, où le passage d'un climat à l'autre est plus rapide); ces eaux, dis-je, ont une pesanteur considérablement plus grande que celles qu'elles viennent remplacer. D'un autre côté, et c'est là l'essentiel, elles sont animées d'un mouvement de rotation infiniment plus lent que ne l'est la partie d'eau qui se trouve habituellement dans la zone torride. Or, ces eaux, par leur force d'inertie, ne se dépouillent jamais tout d'un coup du degré de mouvement qu'elles ont une fois acquis. Donc elles ne pourront pas suivre la rotation du globe; lourdes et immobiles, elles sont tout à coup tombées dans la sphère de la plus rapide mobilité; elles conservent, pour quelques instans, leur caractère primitif. Mais la partie solide du globe est toujours mue vers l'orient avec la même rapidité dont elle fuit réellement ces eaux, qui, en restant toujours un peu en arrière, semblent se mouvoir vers l'occident, et ainsi s'éloigner des rives occidentales des continens; tandis que, sur les rives orientales, la terre s'avance vers les eaux; et celles-ci, ne se conformant pas avec assez de rapidité au mouvement de rotation, semblent s'avancer vers la terre.

Ainsi, ce grand et merveilleux mouvement n'est qu'une vaste et paisible oscillation, qui ne dépend que de l'équilibre seulement de l'Océan. Mais, lorsqu'une oscillation

si puissante trouve dans son chemin des passages étroits, des obstacles qui la gênent, la détournent sans l'arrêter, elle se change en courant violent et souvent dangereux.

Cherchons maintenant à exposer, dans un système raisonné, les diverses modifications du mouvement propre de l'Océan.

L'océan Pacifique s'éloigne, par le mouvement général, des côtes de l'Amérique, en se portant à l'est. Ce mouvement est très-fort dans la libre et vaste étendue de cette mer. Près le cap Corrientes, au sud de l'embouchure de la Plata, on semble souvent voir la mer fuir la terre par cette seule cause. Les vaisseaux sont portés avec rapidité du port d'Acapulco, au Mexique, jusqu'aux îles Philippines. Pour en revenir, on est obligé d'aller au nord des tropiques chercher le courant polaire et les vents variables. D'un autre côté, le courant polaire du sud ne trouvant aucune terre qui l'arrête, entraîne en toute liberté les glaces polaires jusqu'à des latitudes où le mouvement du courant équatorial se fait déjà un peu sentir. Voilà pourquoi, dans l'hémisphère austral, on rencontre des glaces flottantes à 50 et même 40 degrés.

L'océan Pacifique, dans son mouvement vers l'est, est arrêté par un immense archipel de bas-fonds, d'îles, de montagnes sous-marines, et même de terres assez considérables; il pénètre dans ce labyrinthe, et y forme un courant après l'autre. La direction qu'observent les principaux d'entre ces courans, est conforme au mouvement général vers l'est. Il est naturel que les inégalités du bassin de la mer, les côtes, les chaînes sous-marines, détournent quelquefois ces courans vers le nord ou au sud. On conçoit encore aisément qu'une forte répercussion des eaux de l'Océan, repoussées par une grande terre comme la Nouvelle-Hollande, peut même produire un contre-courant qui retournera vers l'ouest, et qui, en se brisant,

produirait encore d'autres courans diversement dirigés. Voilà l'origine de ces courans si contraires et si dangereux dont il est parlé dans les *Voyages* de Cook et de La Pérouse.

Le courant principal, dirigé vers l'est, agit encore avec force dans le détroit de Bass qui sépare la Nouvelle-Hollande de l'île de Diemen. C'est le courant qui y porta le capitaine Flinders, et qui empêcha tant d'anciens navigateurs d'y entrer, parce qu'ils s'en approchèrent dans une direction contraire à celle de la mer (1). Le même courant agit dans le détroit de Torres qui sépare la Nouvelle-Hollande de la Nouvelle-Guinée; mais, ici, il est subdivisé par les innombrables inégalités, en plusieurs courans, d'une direction variée et inconstante.

Entrons maintenant dans la mer des Indes. Nous y trouverons ce fameux courant perpétuel qui va le long de la Nouvelle-Hollande et de l'île de Sumatra, toujours au nord, jusqu'au fond du golfe de Bengale. Ce courant est un résultat nécessaire de la pression des courans polaires sur la large ouverture qu'a l'océan Indien au sud. Cet océan est bordé, vers le nord, par un continent : le courant équatorial qui s'y forme n'est donc que faible, ou peut-être nul, à cause de l'absence d'une masse d'eau froide au nord. D'un autre côté, l'océan Pacifique n'y peut point porter ses forces; elles se sont brisées et dispersées parmi le grand labyrinthe d'îles. Ainsi, la force des effluves polaires du sud domine sans rival et sans obstacle dans l'océan Indien, et y produit ce courant perpétuel qui se dirige vers le golfe de Bengale, sur une ligne de plus en plus inclinée au nord-ouest, ou suivant la conformation des côtes (2).

(1) *Flinders*, Observations pendant son voyage au détroit de Bass. Londres, 1801. Comp. Voyage de *d'Entrecasteaux*, I, 230.

(2) *Varenius*, Géographie générale, ch. XIV, prop. 24. Voyages de *Gentil*, de *Macartney*, de *Marchand*, etc.

L'action du mouvement général de l'Océan, d'abord faible dans l'océan Indien, comme nous l'avons dit, augmente peu à peu, jusqu'à ce qu'elle prenne le dessus. Il est aisé de concevoir qu'une semblable force d'impulsion, qui agit dans un vaste fluide, et qui en anime toutes les molécules, doit s'accroître à mesure que ce fluide s'étend dans la direction de la force motrice. Alors une partie de la mer réagit sur l'autre, et la somme de ces effets répétés devient immense à la longue. Les principes expliquent pourquoi, vers l'île de Java, le mouvement naturel de la mer est remplacé par le courant-nord (1) dont nous avons parlé, et pourquoi ce même mouvement, vers l'occident, se trouve dans les parages de Ceylan et des Maldives. Mais bientôt une nouvelle circonstance locale fait décliner ce mouvement de sa direction naturelle. Une chaîne d'îles et de bas-fonds s'étend du cap Comorin, dans la presqu'île des Indes, jusqu'à la pointe septentrionale de Madagascar. Le courant principal, arrêté par ces obstacles, se tourne vers le sud-est; et, en conservant cette direction, il glisse le long de cette chaîne de montagnes, les unes sous-marines, les autres à découvert. Ayant passé Madagascar, il tourne vers l'Afrique, vient se heurter contre ce continent, et rase, avec une grande violence, les côtes de la *Terre de Natal;* au moment où la côte de l'Afrique, se tournant vers l'ouest, cesse d'opposer un obstacle à la marche des eaux, le courant perd toute son impétuosité, et va se réunir au mouvement général de l'océan Éthiopien (2).

Nous avons dit que vers les Maldives, le courant principal ou la grande masse d'eau se tourne au sud-ouest; mais des courans plus superficiels, et par conséquent plus variables, continuent d'aller de l'est vers l'occident, c'est-

(1) On dit *un courant-nord*, ou *un courant-sud*, pour désigner un courant qui a telle direction.

(2) *Varenius*, Géographie générale, ch. XIV, prop. 25.

à-dire vers le golfe d'Arabie et les côtes de Zanguebar. Ce sont ces courans qui, tournés vers le sud-ouest, rendent le canal de Mozambique d'une navigation si difficile, et qui ont donné au cap *Corrientes*, sur la côte africaine d'Inhambane, le nom qu'il porte. Ils se réunissent au bas de ce cap avec le courant perpétuel.

Remarquons ici qu'en général les courans qui ne s'étendent pas à une grande profondeur sous le niveau des eaux, sont variables ou sujets à changer avec les vents, surtout lorsque ceux-ci agissent long-temps avec une force égale et constante, comme le font les *moussons*. Ce sont ces vents qui donnent tour à tour des directions entièrement opposées aux courans qui règnent depuis les Maldives jusqu'à l'Arabie et au Zanguebar. Les hauts-fonds et les rochers, dont ces parages sont parsemés, y contribuent également.

Le courant nord qui règne le long de la Nouvelle-Hollande et de l'île de Sumatra, pousse une branche à travers le détroit de la Sonde. Ce courant, selon quelques auteurs, serait le même qui domine dans les mers de Chine, et que La Pérouse a trouvé d'une si grande force dans la mer du Japon et dans la manche de Tatarie (1). Mais en comparant ensemble les rapports des divers navigateurs, il nous paraît décidé que ces courans, non seulement varient avec les moussons, mais même qu'il n'y a pas de liaison continue entre eux. Tous les courans sud et nord qu'on observe le long des côtes orientales des continens, ne sont que des suites nécessaires du mouvement général de l'Océan vers l'occident; les eaux poussées par ce mouvement vers les côtes orientales des deux continens, et n'y trouvant aucune issue, doivent forcément refluer le long des côtes, dans la direction sud ou nord, selon que les localités le déterminent.

On ressent, dans le détroit de Béring, le courant polaire

(1) Voyage de *La Pérouse*. Voyez ci-après les descriptions du *Japon*, de la *Corée*, de la *Terre d'Yeso*, etc.

qui amène les glaces des mers polaires aux environs du Kamtchatka.

Passons aux courans de l'océan Atlantique. Ce qui détermine, en grande partie, ces courans, c'est la forme du bassin qui est infiniment plus long que large.

Le premier courant qui s'offre à nos regards, est celui qui porte les eaux de l'océan Éthiopien, le long des côtes du Brésil, dans le détroit de Magellan et dans la mer Pacifique. Ce mouvement est conforme à la marche générale de l'Océan. Il paraît, par les voyages de *Marchand* et d'*Ingraham*, qu'il y a, entre la Terre de Feu, la Nouvelle-Géorgie du sud et la Terre de Sandwich (ou la *Thule australe* de Cook), plusieurs courans opposés; mais on n'en a pas de connaissance complète.

Le plus célèbre courant perpétuel de l'océan Atlantique est celui par lequel les eaux, portées violemment dans le golfe du Mexique, dégorgent par le *canal de Bahama*, et courent avec une rapidité incroyable au nord ou plutôt au nord-est. Il suit les côtes des États-Unis, devient toujours plus large, et en même temps plus faible, et s'étend, selon quelques navigateurs, jusque sur les côtes de l'Écosse et de la Norvége. Il est facile à reconnaître par la belle couleur bleue de ses eaux (1).

(1) Ce grand courant qui suit dans les deux hémisphères la même direction que les vents alizés, est connu des marins du nord sous le nom de *Gulf-Stream*. M. de Humboldt le compare à un immense fleuve, au moyen duquel la navigation de l'océan Atlantique, depuis les côtes d'Espagne jusqu'aux Canaries, et depuis ces îles jusqu'aux côtes orientales de l'Amérique, offre moins de dangers que certains voyages depuis l'embouchure de quelques fleuves de France jusqu'à une trentaine de lieues en remontant leur cours. Il s'étend du 16e au 30e degré de latitude de chaque côté de la ligne, suivant la situation apparente du soleil à la marche duquel il semble être subordonné. Il commence à se faire sentir au sud-ouest des Açores. Il est très-faible du 25e au 15e degré de latitude. Près de la ligne sa direction est moins constante que vers le 10e ou le 15e degré. Après s'être dirigé vers la baie de Honduras, il traverse le golfe du Mexique, et se jette avec impétuosité dans le canal de Bahama, où il

Parmi les courans *particuliers*, on peut citer celui qui entraîne dans le golfe de Guinée les vaisseaux qui s'approchent trop des côtes de l'Afrique, et qui ne leur permet de sortir de ce golfe qu'avec difficulté (1).

Les courans polaires du nord offrent des effets très-

acquiert une vitesse d'environ 2 mètres par seconde, malgré un vent du nord très-violent qui règne toujours dans ces parages. A sa sortie de ce canal, le *Gulf-Stream* prend le nom de courant de la Floride. Il dirige alors avec une rapidité de 5 milles par heure sa route vers le nord-est. Au-delà de Maranham le capitaine Sabine lui reconnut une vitesse de plus de 4 milles par heure. Entre Cayo-Biscaino et le banc de Bahama, sa largeur est de 15 lieues; de 17 sous le 28e degré de latitude, et de 40 à 50 sous le parallèle de Charlestown. Au-delà de ce point sa vitesse n'est plus que d'un mille par heure. Depuis le 41e jusqu'au 67e degré, sa largeur est de 80 lieues marines. De là il se dirige tout à coup vers l'est et l'est-sud-est jusque près des Açores, d'où il suit sa route sur les Canaries et le détroit de Gibraltar, où il va former le courant appelé Oriental. Sous le 33e parallèle, dit M. de Humboldt, un navire peut passer dans le même jour du courant oriental dans le grand courant équinoxial. Sous la latitude du cap Blanc, le courant, après avoir longé la côte d'Afrique, se recourbe, se dirige d'abord vers le sud-ouest, et finit par réunir ses eaux à celles de *Gulf-Stream*. Une zone de 140 lieues de largeur sépare le courant équatorial de celui qui se dirige vers l'orient. Ainsi les eaux marines de ce grand courant parcourent une espèce de cercle de 3800 lieues de circonférence dans l'espace d'environ 3 ans, savoir : 13 mois pour aller des Canaries aux côtes de Caracas; 10 pour faire le tour du golfe du Mexique; 2 pour parvenir près du banc de Terre-Neuve, et 10 à 11 pour aller de ce banc à la côte d'Afrique. Du 45e au 50e degré de latitude, le *Gulf-Stream* offre un second bras qui se dirige du sud-ouest au nord-est vers les côtes de l'Europe.

La température de cet immense courant sous les 40e et 41e degrés de latitude, est de 18 degrés; hors du courant, les eaux de la mer n'en ont que 14. Sous le parallèle de Charlestown, il en a 20, et les eaux qui sont en dehors du courant sont à environ 6 degrés plus bas; près du banc de Terre-Neuve il a 7 à 8 degrés. J. H.

(1) On connaît encore un grand nombre d'autres courans particuliers : dans le golfe de Gascogne il en est un qui se dirige vers le nord-est; dans la Méditerranée celui qui vient de l'océan Atlantique suit la côte septentrionale de l'Afrique, remonte vers le nord sur les côtes de Syrie, et paraît s'arrêter à l'île de Candie, d'où il se dirige vers la Sicile, et de là vers la péninsule hispanique. Dans le détroit de Constantinople, dans celui des Dardanelles et dans l'Archipel grec, les courans se dirigent toujours vers le bassin de la Méditerranée. J. H.

remarquables (1) : ce sont eux qui apportent sur les côtes de l'Islande une si énorme quantité de glace, que tous les golfes septentrionaux de ce pays s'en remplissent jusqu'au fond, quoiqu'ils aient souvent 500 pieds de profondeur; la glace s'élève même sous la forme de montagnes. D'autres années il n'arrive point de glace, mais d'immenses amas de bois flottans, surtout des pins et des sapins. C'est dans l'enfoncement demi-circulaire de la côte septentrionale de l'Islande que ces bois et ces glaces s'amoncèlent. Il est évident que c'est une seule et même cause qui les y amène; et comme il ne peut guère y avoir sous le pôle même un pays qui produise de grands arbres, il ne reste que la Sibérie ou l'Amérique septentrionale d'où ces bois pourraient venir.

Le phénomène de ces forêts flottantes, qui ne se trouvent que dans les mers circompolaires du nord, a beaucoup occupé les géographes, et il n'est pas encore parfaitement expliqué. On croit que ces bois viennent en partie du golfe du Mexique par le courant de Bahama, parce qu'on a vu quelquefois des espèces qui ne croissent qu'au Mexique et au Brésil; mais ces espèces y sont en petite quantité. La Sibérie et la côte septentrionale inconnue de l'Amérique y contribuent probablement davantage (2).

Rien ne s'oppose à ce qu'il puisse y avoir dans le même endroit deux courans l'un au-dessus ou à la superficie des eaux, l'autre au fond. Plusieurs faits semblent prouver cette hypothèse, proposée par le célèbre *Halley*. Dans les parages des Antilles il y a des endroits où un bâtiment peut s'amarrer

(1) Ces courans sont surtout bien sensibles dans l'océan Glacial arctique, sur les côtes du Groënland, de l'Islande et de la Laponie, au détroit de Béring, où ils se dirigent ordinairement du nord au sud, et quelquefois en sens contraire. Dans le Grand-Océan austral on en ressent à la Terre de Feu, à la Nouvelle-Zélande et dans les parages du Nouveau-Shetland austral. J. H.

(2) Voyez, pour une discussion plus ample, la description de l'*Islande*.

au milieu d'un courant, en laissant tomber à une certaine profondeur connue un câble auquel est attachée une sonde de plomb. Il doit, sans doute, à cette profondeur, y avoir un courant contraire à celui qui règne à la superficie des eaux; le repos naît de l'égalité de ces deux forces, qui entraînent, l'une le bâtiment, l'autre le câble avec la sonde (1). Des circonstances semblables ont été observées dans le Sund. Il y a lieu de croire que la Méditerranée se décharge par un courant inférieur ou caché. Une différente densité des couches d'eau, une grande rapidité de mouvement, et la cohérence des molécules fluides, voilà les raisons plausibles qu'on donne à cette espèce de doubles courans (2).

Il est plus aisé de prouver et d'expliquer l'existence des courans opposés l'un à côté de l'autre. Dans le Kattegat, un courant-nord sort de la Baltique le long des côtes de la Suède, un autre courant-sud y entre le long des côtes du Jutland. Dans la mer du Nord il y a un courant-nord qui vient du Pas-de-Calais, et un courant-sud qui va depuis les îles Orcades le long des côtes britanniques. Les grands fleuves, en se déchargeant, occasionnent à leur embouchure des courans souvent contraires à ceux de la mer; il serait superflu d'en citer des exemples.

Lorsque deux courans d'une direction plus ou moins contraire, et d'une force égale, se rencontrent dans un

(1) Observations du Dr. Stubb. dans les Transactions Philosophiques, n° 27.

(2) L'existence de ces doubles courans *inférieurs* et *supérieurs* est loin d'être prouvée; on sait que dans un de ses plus récens ouvrages, le savant M. Hoff a démontré que l'on pourrait expliquer ces apparences de doubles courans dans certains détroits par des différences de niveau qui existent au fond des mers. M. Bain, à Edinbourg, a de plus signalé dans un ouvrage publié en 1817, un grand nombre de circonstances qui peuvent avoir induit en erreur les marins, en leur faisant attribuer à l'action des courans la différence observée entre l'espace réellement parcouru par le navire et le chemin apparent indiqué par la boussole. Consultez l'ouvrage de M. Hoff, intitulé : *Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen veraenderungen der Erdoberflaeche.* J. H.

passage étroit, ils tournent tous les deux sur une courbe, qui quelquefois est une spirale, jusqu'à ce qu'ils se réunissent ou qu'un des deux s'échappe. C'est ce qu'on appelle un *tournant*. Les plus célèbres sont : l'*Euripe*, près de l'île d'Eubée, le *Charybde*, dans le détroit de Sicile, le *Malstrœm*, dans la Norvége septentrionale, et les *Tornados*, assez violens pour engloutir des vaisseaux, et que l'on connaît dans les mers de la Chine et du Japon. Ces tournans augmentent quelquefois de force par le concours de deux hautes marées contraires, ou par l'action des vents. Ils entraînent les vaisseaux, les brisent contre des rochers, ou les submergent, et en laissent reparaître les débris quelque temps après. On a brodé sur ce fond assez simple des fables merveilleuses; on a parlé de gouffres au fond de la mer, de fleuves souterrains, et d'autres choses semblables, dont l'existence n'est rien moins que prouvée.

La profondeur des courans est un problème de physique assez difficile à résoudre. Cependant les courans, perpétuels par leur régularité et par leur action extrêmement forte, même dans le plus grand calme, indiquent assez qu'ils ont une profondeur considérable. Leur vitesse n'est pas généralement connue; elle est indépendante de celle des vents et des ondulations, et très-difficile à déterminer d'une manière précise (1). Il y a bien d'autres questions insolubles qu'on pourrait proposer au sujet de cet immense Océan, berceau de l'Univers, et qui peut-être en deviendra le tombeau.

(1) M. de Humboldt pense que c'est à l'action d'un courant sous-marin dirigé des pôles vers l'équateur qu'il faut attribuer les basses températures observées par les navigateurs à différentes latitudes. Le capitaine Beechey a trouvé la température des eaux polaires au-dessus de 6°.3 à leur surface, et à 20 brasses au-dessous de 1°.4; le capitaine d'Urville, par 19 degrés de latitude australe, a puisé à 820 brasses, de l'eau à 4°.5, et le capitaine Kotzebue à 525 brasses, et par le 32e degré de latitude, à 2°.5.

J. H.

LIVRE TRENTE-QUATRIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Substances minérales qui composent la partie solide du Globe. — Première section : Minéraux; leur emploi dans les arts et l'industrie.

La croûte solide de la terre se compose de bancs, de couches qui offrent dans leur structure plus ou moins de régularité et de solidité, et de dépôts de matières pulvérulentes, argileuses ou terreuses, disposées d'une manière irrégulière. L'étude de la succession de ces couches et de ces dépôts constitue, selon nous, deux branches de connaissances importantes, que l'on confond quelquefois, mais à tort, en une seule : l'une est la *géognosie* qui a pour objet de déterminer leur position relative; l'autre est la *géologie* qui se propose de rechercher les causes qui ont présidé à la formation de ces couches et de ces dépôts. La première dirige le mineur dans les travaux qui ont pour objet de reconnaître le gisement des métaux employés dans les arts et l'industrie; la seconde, retraçant l'histoire des changemens ou des révolutions qui ont modifié et qui modifieront encore l'enveloppe extérieure du globe, se rattache directement à la géographie physique. Mais on conçoit qu'avant de retracer les faits sur lesquels s'appuie aujourd'hui la géologie, il convient d'examiner quelles sont les principales substances qui jouent un rôle dans la composition de l'écorce terrestre, quelles sont surtout celles qui par leur utilité méritent le plus d'attention. Ces notions préliminaires nous conduiront au moyen d'apprécier une importante source de richesse pour les Etats : la quantité de minéraux utiles ou précieux exploités sur leur territoire.

Les progrès de la chimie moderne ont prouvé la néces-

sité de prendre la science des analyses pour principal guide de la minéralogie, en s'appuyant cependant sur les caractères extérieurs des minéraux, caractères basés sur leurs formes, quelquefois si régulières et si variées; sur leurs structures; sur leurs propriétés optiques, c'est-à-dire sur les couleurs propres qui les distinguent ou sur celles qu'ils reflètent en vertu de l'agrégation de leurs molécules; sur leur pesanteur spécifique; sur leurs propriétés électriques et magnétiques; sur leur phosphorescence; sur l'action qu'opèrent sur eux certains acides; sur leur odeur ou leur saveur; enfin sur leur dureté, leur ténacité, leur ductilité, ou sur la dissemblance tirée de la comparaison des caractères qu'offrent les minéraux qui ont entre eux des rapports extérieurs. Les principes cristallographiques adoptés par Haüy seront donc long-temps encore un guide sûr pour le minéralogiste; mais la composition chimique doit désormais servir de base à la classification. Haüy l'avait senti; M. Brongniart a fait de l'application de ce principe l'appui de sa classification mixte; le savant chimiste suédois Berzélius en a fait une application complète; mais M. Beudant nous semble avoir été plus heureux en appliquant d'une manière plus étendue la théorie des proportions définies et le système atomique à l'étude de la minéralogie. C'est donc la classification de ce savant que nous allons prendre pour guide dans cet exposé.

Suivant la définition qu'en donne M. Beudant (1), l'objet de la minéralogie est de connaître les corps qui, de temps immémorial, ont reçu le nom de *minéraux*. Mais nous dirons avec lui que « cette dénomination ne doit cependant pas faire exclure, comme on l'a cru souvent, les liquides et les fluides aériformes qui se trouvent naturellement à la surface ou dans l'intérieur de la terre, parce que

(1) *Traité élémentaire de Minéralogie*, tom. 1er, pag. 8, 2e édition. — Paris, 1830.

si le nom de minéraux paraît peu leur convenir, ils n'en sont pas moins des corps bruts et ne peuvent être compris parmi ceux qu'on doit regarder comme formés à l'aide des forces vitales. »

Tous ces corps se groupent en trois classes et en familles. La première classe est celle des *gazolytes* : elle comprend, d'après la définition de M. Beudant, les substances renfermant comme principe électro-négatif, des corps gazeux, liquides ou solides, susceptibles de former des combinaisons gazeuses permanentes avec l'oxigène, avec l'hydrogène ou avec le phtore (l'acide fluorique). La seconde classe, celle des *leucolytes* (1), se compose des substances renfermant comme principe électro-négatif des corps solides qui ne donnent généralement que des solutions blanches avec les acides, et ne sont point susceptibles de former des gaz permanens. Enfin la troisième classe, celle des *chroicolytes* (2), est formée de substances renfermant comme principe électro-négatif des corps solides susceptibles de former des sels ou des solutions colorées et ne se réduisant jamais en gaz permanent.

La nombreuse classe des gazolytes renferme douze familles, dont la plus importante, par le nombre de ses espèces, est celle des *silicides*, corps composés de silice ou d'oxide de *silicium*, soit seul, soit combiné avec divers autres oxides. Elle se divise en deux genres, le genre silice et le genre silicate. Dans le premier se trouve le *quarz*, ou le cristal de roche, minéral rayant fortement le verre, et cristallisant en prisme hexagone; employé jadis à faire des coupes, des lustres et d'autres objets de luxe, mais remplacé aujourd'hui par l'espèce de verre appelé cristal. Le quarz limpide est cependant encore en usage pour fabriquer des verres de lunettes qui ont l'avantage de ne pas se

(1) De λευκος, blanc, et de λυτος, soluble.

(2) De χρωικος, coloré, et de λυτος, soluble.

rayer. Les autres variétés de quarz sont l'*améthyste*, que l'on taille pour la bijouterie; le quarz jaune, ou la fausse topaze, et le quarz brun ou enfumé ou la *topaze de Sibérie*. L'on emploie aussi à divers objets de luxe, l'*agate*, surtout lorsqu'elle est ornée de ces dendrites de manganèse, appelées herborisations; la *calcédoine*, dont on fait des coupes, des tabatières et des cachets; la *sardoine* ou la *cornaline*, qui plaît par sa belle couleur rouge et sa demi-transparence; la *chrysoprase*, d'un vert clair et tendre; l'agate, ou la *calcédoine onyx*, dont les couches de diverses nuances se prêtent admirablement au talent du graveur en camées. La calcédoine géodique *enhydre* est une petite géode, un tubercule creux renfermant une goutte d'eau que sa translucidité permet d'apercevoir; on en fait aussi des bijoux. La *calcédoine jaspée*, qui se nuance et se panache de rouge, de vert et d'autres couleurs, est employée aux mêmes usages que l'agate.

La silice, qui forme ces variétés précieuses, prend une pâte moins fine et donne alors la calcédoine, *pierre à fusil*, le quarz agate *pyromaque*, ou *pierre à briquet*, dont l'utilité n'a pas besoin d'être rappelée; la calcédoine *cellulaire* ou *pierre meulière*, dont les petites cavités irrégulières en font la pierre la plus propre à la confection des meules de moulin. Enfin, parmi les variétés que nous citerons encore, bien qu'elles ne soient d'aucune utilité dans les arts, on remarquera le quarz *nectique* que l'on recueille à Saint-Ouen, près Paris, et qui, tout en rayant le verre, jouit de la singulière propriété de nager sur l'eau.

Le genre *silice* comprend encore une espèce importante comme pierre précieuse : c'est l'*opale*, substance qui n'offre aucun indice de cristallisation, ni double réfraction, mais qui du reste présente tous les caractères du quarz. Les bijoutiers emploient les variétés irisées, qui plaisent par leurs reflets rouges, jaunes et bleus. Parmi ces variétés, se trouve l'o-

pale *laiteuse*, translucide blanche, l'opale *ferrugineuse* ou le jaspe opale, et l'opale *hydrophane* qui s'attache à la langue et qui, plongée dans l'eau, change son opacité en une agréable transparence que relèvent quelquefois des reflets irisés. Mais ces variétés ne sont d'aucune utilité dans les arts.

Le genre *silicate* nous offre un grand nombre d'espèces. Dans les *silicates alumineux* nous distinguerons la *staurotide*, qui doit son nom à la forme de croix qu'elle affecte ordinairement; le *disthène*, dont les variétés bleues ont quelquefois été placées parmi les gemmes; l'*émeraude*, qui n'est d'aucun usage lorsqu'elle est opaque comme celle des environs de Limoges, mais qui est rangée parmi les plus belles pierres précieuses lorsque, comme celle du Pérou, elle flatte agréablement l'œil par sa belle couleur verte, et qui, ornée d'une belle couleur bleue, prend chez les lapidaires le nom d'*aigue-marine* et celui de *béril* lorsqu'elle est d'un vert jaunâtre; l'*euclase* qui cristallise en prisme et se brise facilement; le *grenat*, qui forme un sous-genre et dont les diverses espèces reçoivent différens noms : ainsi le grenat noir est la *mélanite*, le rouge violet est l'*almandine* ou le grenat syrien, le vert jaunâtre ou le rouge orangé porte les noms de *grossulaire* et d'*essonite*. Les belles variétés de grenat syrien et d'essonite sont employées dans la bijouterie et sont d'un prix élevé lorsqu'elles sont d'une teinte vive et unie.

D'autres silicates alumineux nous offrent la *mésotype*, substance blanche qui cristallise en prismes rhomboïdaux; la *prehnite*, qui se présente en fibres radiées; l'*épidote* qui, par ses variétés de composition ou de cristallisation, forme un sous-genre; la *meïonite* ou hyacinthe blanche du Vésuve; la *wernérite*, tantôt blanchâtre, grisâtre, verdâtre ou rougeâtre; la *néphéline* qui cristallise en prismes hexagones; la *thomsonite* en prismes à base carrée; la *pinite* en prismes rectangulaires; la *chabasie*, substance blanche en rhomboïdes, l'*amphigène* en dodécaèdres; l'*analcime* en cubes;

la *laumonite*, en prismes rhomboïdaux obliques; l'*harmotome* dont les prismes rectangulaires se disposent souvent en croix; l'*albite*, tantôt fibreuse, lamellaire, compacte ou cristallisée en prismes; la *stilbite*, tantôt fibreuse et tantôt cristallisée; la *nacrite* qui, à l'éclat du mica, joint la blancheur de la neige; la *smaragdite* qui unit la couleur verte à l'éclat nacré; l'*anthophyllite*, substance lamellaire brunâtre, d'un éclat métalloïde; la *pagodite* ou pierre de lard, dont les Chinois façonnent et nous vendent ces petites figures que l'on nomme magots.

A la suite de ces minéraux, qui ne sont recherchés que dans les collections, nous placerons comme appartenant à la même division l'*idocrase* qui, bien que de peu de valeur, est taillée pour la bijouterie lorsqu'à la couleur verdâtre elle joint la transparence; la *cordiérite* dont la belle variété bleue ou violacée reçoit des lapidaires le nom de saphir d'eau; le *feldspath* qui, décomposé par l'action de l'air et de l'eau, forme cette matière argileuse si utile comme terre à porcelaine, ou qui, offrant une belle teinte verte sous le nom de *pierre des amazones*, ou l'éclat changeant de l'aventurine sous celui de *pierre de soleil*, ou le blanc éclatant et nacré sous celui de *pierre de lune*, est recherché pour la bijouterie. Nous devons encore citer la *labradorite* que l'on a long-temps appelée le *feldspath opalin*, belle substance à reflets vifs et changeans, bleus, rouges, verts, etc., que l'on emploie comme ornement dans des meubles précieux, ou pour faire des tabatières; et la *cymophane*, matière vitreuse d'un vert jaunâtre que l'on taille à facettes sous le nom de *chrysolite orientale*.

Dans les silicates alumineux *fluorifères*, ou phtorifères, se trouve le *mica*, matière foliacée dont les grandes feuilles sont employées en Russie pour servir de vitres aux bâtimens de guerre, et dont les lamelles mêlées au sable coloré se vendent sous le nom de poudre d'or pour l'écriture.

Les silicates alumineux *chlorifères* ne nous offrent encore qu'une seule substance recherchée des minéralogistes, c'est la *sodalite*, qui cristallise en dodécaèdres.

Si nous passons aux silicates alumineux *borifères*, nous y remarquerons deux substances : l'*axinite* en prismes très-aplatis et tranchans ; la *tourmaline*, dont les variétés rouges acquièrent dans la joaillerie un prix analogue à celui du rubis, et dont les vertes et les bleues sont employées dans la bijouterie anglaise.

L'*hauyne*, substance vitreuse, bleue, en dodécaèdres rhomboïdaux ; l'*helvine*, substance jaune en cristaux tétraèdres ; le *lapis lazuli*, que l'on emploie comme ornement ou dont on fabrique le bleu d'outre-mer, sont les trois principales qui appartiennent aux silicates *sulfurifères*.

La *gadolinite*, minéral brunâtre ou jaunâtre, si rare cristallisé ; le *zircon*, qui se montre tantôt incolore, et tantôt brun rougeâtre, jaune brunâtre, jaune pâle, verdâtre et bleuâtre, et qui est quelquefois utilisé dans la joaillerie sous les noms de hyacinthe ou de jargon, sont en tête des silicates *non-alumineux*.

Cette seconde division des silicates se partage en plusieurs groupes : les *ferrugineux* comprennent l'*ilvaïte*, minéral en faisceaux, en fibres et en prismes rhomboïdaux ; l'*achmite*, substance verte, dont la cristallisation est aussi prismatique, et la *terre verte* que l'on a improprement appelée *chlorite*, et qui se trouve dans les bancs inférieurs de la pierre à bâtir des environs de Paris.

Les silicates non-alumineux *manganésiens* comprennent le *rhodonite* ou le manganèse oxidé silicifère d'Haüy, substance rose dont les variétés compactes que l'on tire de Sibérie sont employées à faire des boîtes et d'autres objets d'agrément ; ainsi que la *marceline*, ou le manganèse oxidé, qui doit son nom à la vallée de Saint-Marcel en Piémont où il se trouve.

On pourrait appeler silicate non-alumineux *zincifère* la *ca-*

lamine, qui est un silicate de zinc. Ce minéral est d'un usage important pour la fabrication du laiton. De même on pourrait comprendre sous le nom de silicate alumineux *cuprifère*, le *chrysocole* ou le cuivre hydraté-siliceux, et le *diaptase*, substance verte, vitreuse, qui cristallise en prisme hexagone.

Les silicates non-alumineux *magnésiens*, qui forment un grand nombre d'espèces, comprennent le *péridot*, pierre peu estimée, que les lapidaires taillent en facettes; la *serpentine*, dont les plus belles variétés sont travaillées en tables, en plaques et en colonnes, tandis que l'une des plus utiles, appelée pierre olaire, sert dans plusieurs pays à faire des poteries d'un très-bon usage; le *diallage*, substance verdâtre ou brunâtre d'un éclat chatoyant; le *talc*, matière onctueuse, tendre, écailleuse et feuilletée; la *stéatite*, que l'on emploie avec succès pour adoucir le frottement des machines dont les rouages sont en bois, et qui, pulvérisée, sert à faire glisser les bottes sur le pied, tandis que les tailleurs s'en servent en morceaux pour tracer la coupe des habits; la *magnesite*, dont on fabrique les pipes dites en écume de mer.

Les silicates non-alumineux *calcaires* comprennent l'*édelforse* ou la trémolite, qui se présente à l'état compacte ou en petites fibres d'un blanc mat; et la *wollastonite*, substance blanche ou jaunâtre et d'un éclat nacré.

La dernière division renferme les *silicates doubles* à base de chaux, de *magnésie* et de protoxide de fer. Elle comprend les *pyroxènes*, et les *amphiboles;* on y distingue le *pyrodmalite*, ou le fer muriaté; l'*hypersthène*, employé en bijoux à cause de son éclat métalloïde; l'*apophyllite*, toujours blanche et souvent nacrée; l'*asbeste* ou l'*amiante* soyeux, que Pline nomme lin incombustible, que l'on tisse quelquefois ou dont on fabrique un papier indestructible, et dont les anciens faisaient des tissus que l'on nettoyait en les jetant au feu, et dans lesquels on brûlait les dépouilles mortelles des rois.

La seconde famille des gazolites, celle des *borides*, est composée de corps formés d'acide borique, soit seul, soit combiné avec divers oxides. Cette famille est une des moins nombreuses en espèces, et comprend trois genres, mais les recherches chimiques étendront probablement son domaine.

Le genre *boroxide* ne renferme qu'une seule espèce, l'acide borique hydraté, appelé *sassoline* parce qu'il se recueille dans les *Fumeroles*, petits lacs d'où s'exhalent des vapeurs qui produisent des efflorescences salines, près Sassa, dans le pays de Sienne.

Le genre *borate* comprend le *borax*, substance blanche, saline, si commune dans les eaux de certains lacs de l'Inde, du Tibet, de la Tatarie et du Potosi, et si utile pour faciliter la fusion des métaux; la *boracite* ou le borate de magnésie; le borate de chaux et le borate de fer que M. Beudant a découvert, le premier dans un calcaire du Monte Rotondo en Toscane, et le second dans une matière terreuse des environs de Lagoni du même pays.

Dans le genre *bori-silicate* se trouve la *datholite*, minéral vitreux et blanchâtre, qui cristallise en prisme droit rhomboïdal; et la *botryolite* ou chaux boratée siliceuse.

La famille des *carbonides* renferme sept genres peu nombreux en espèces. Le premier genre est le *carbone*, corps éminemment combustible qui dans l'état parfait forme un minéral vitreux cristallisé, le plus dur de tous les minéraux et le plus estimé, le diamant, enfin, que la vivacité de ses reflets, la force de sa réfraction, placent en tête de toutes les pierres précieuses.

La substance même du diamant, mélangée avec une petite quantité d'oxide de fer, constitue le *graphite*, improprement appelé mine de plomb, et qui sert à faire les crayons que l'on vend sous ce nom. Uni à l'hydrogène, le carbone forme l'*anthracite*, minéral noir et combustible qui donne en brûlant une grande chaleur, mais qui ne brûle pas

aussi facilement que la *houille*, mélange de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxigène, employé pour le chauffage des appartemens, pour l'aliment des forges, des usines et des machines à vapeur, et qui, par la carbonisation, fournit le gaz hydrogène carboné dont la combustion produit le plus bel éclairage que l'on connaisse jusqu'à ce jour.

Dans le genre *carbure* on place comme espèce une substance gazeuse, incolore, appelée *grisou*, mélange de carbone et d'hydrogène qui s'enflamme à l'approche d'un corps en combustion et détonne fortement lorsqu'il est en contact avec l'air atmosphérique. Une seconde espèce est le *naphte*, substance liquide, inflammable, et soluble en toute proportion dans l'alcohol. On la tire d'un liquide appelé *pétrole*, que l'on exploite dans divers pays. Les vapeurs du naphte que l'on tire d'Amiano servent comme le gaz hydrogène à l'éclairage de la ville de Parme. Cette matière entre dans la composition de certains vernis; on l'emploie aussi comme vermifuge en médecine.

Le *mellite* forme l'espèce unique du genre *mellate*. C'est un minéral jaunâtre ou rougeâtre, résinoïde, cristallisant en octaèdre et donnant à l'analyse un acide particulier appelé mellitique.

M. Beudant comprend dans le genre *urate* une substance nommée *guano*, qui forme dans les îles de Chinche près de Pisco, sur les côtes du Pérou, des amas de 50 à 60 pieds d'épaisseur et d'une grande étendue; mais devons-nous compter au nombre des minéraux une matière qui ne paraît être que l'accumulation des excrémens d'une multitude innombrable d'oiseaux ?

Le genre *carbonite* ou *oxalate*, ne renferme encore qu'une espèce appelée *humboldtite* ou oxalate de fer.

L'*acide carbonique* forme la seule espèce du genre *carbonoxide*.

Dans le genre *carbonate* se trouvent plus de vingt-quatre

espèces dont nous ne mentionnerons que les plus importantes. Le *natron*, ou le sous-carbonate de soude, est une substance saline qui couvre de ses efflorescences neigeuses les plaines basses de la Hongrie, de l'Arabie, de l'Inde et de quelques parties de l'Egypte. On l'utilise dans la fabrication du verre et du savon.

Le *carbonate de chaux* comprend tous les calcaires, depuis le limpide spath d'Islande que, pour sa propriété de doubler les objets lorsqu'on les regarde à travers deux de ses faces opposées, on emploie dans les expériences sur la polarisation de la lumière, depuis les innombrables décroissemens que présente la cristallisation rhomboïdale des variétés à formes régulières jusqu'à ces élégantes stalactites qui tapissent de mille façons l'intérieur de certaines cavernes, jusqu'au marbre le plus commun, jusqu'à la craie que l'on pétrit en pains sous le nom de blanc d'Espagne, jusqu'aux roches coquillères que l'on brûle pour les transformer en chaux vive, jusqu'à la roche compacte employée pour l'imprimerie lithographique, enfin jusqu'au mélange grossier de ces molécules sédimentaires qui constituent la pierre à bâtir des environs de Paris.

Le *carbonate de fer*, qui renferme ordinairement du carbonate de chaux, cristallise comme cette dernière substance, ou se présente en rognons irréguliers. C'est un des minerais les plus importans pour la préparation du fer, et que l'on traite avec le plus de facilité. C'est celui qui alimente les fourneaux appelés à la Catalane.

Parmi les *carbonates de cuivre* on distingue la malachite, variété mamelonnée ou fibreuse, d'un beau vert, que l'on traite pour en obtenir le métal, ou que l'on scie en plaques pour en recouvrir des vases, des meubles et différens objets d'ornement, ou dont on fait des camées et des bijoux.

Dans la famille des *hydrogénides* se placent naturellement, comme formant deux genres, l'*hydrogène* et l'*eau;* de même

qu'en tête de celle des *nitrides* se rangent l'*azote* et l'*air atmosphérique*. Le *nitrate de potasse*, ou le salpêtre, vient ensuite; il se forme à la surface du sol dans certaines contrées : telles sont en France quelques localités de la rive gauche du Rhône et les landes de la Gascogne, les plaines de Bihar, de Sabolcz et de Szathmar en Hongrie, la Podolie, l'Oukraine, les plaines de la mer Caspienne, celles de la Perse, du Bengale, de la Chine, de l'Arabie, de l'Égypte, les environs de Lima et ceux de Kentucky; dans plusieurs cavernes, à la surface des vieux murs, et dans les étables, les écuries et les caves. Cette substance fournissant l'acide nitrique, et servant à la fabrication de la poudre à canon, on forme des salpétrières artificielles au moyen d'un mélange de matières animales et végétales qui, en se décomposant, fournissent de l'azote, dont on tire l'acide nitrique; ou bien on fabrique le salpêtre en traitant les plâtres imprégnés de nitrate de chaux et mêlés à des matières potassées. Le *nitrate de soude*, qui forme sous une couche d'argile une couche de deux ou trois pieds d'épaisseur de plus de 40 lieues d'étendue dans le district d'Atacama au Pérou, est exploité pour la préparation de l'acide nitrique. Les nitrates de *chaux* et de *magnésie* accompagnent souvent le nitrate de potasse.

Le soufre est en tête de la famille des *sulfurides*. Ce minéral, qui cristallise en octaèdres, et en aiguilles, qui forme des stalactites, ou se présente à l'état terreux, est trop connu par son utilité pour que nous ayons besoin d'en rappeler les usages divers. Il fournit l'un des acides les plus importans pour l'industrie, l'acide sulfurique, et sert à la fabrication de la poudre à canon. Dans les *sulfures* on comprend l'*hydrogène sulfuré*, qui se dégage des volcans ou se fait jour par les crevasses produites pendant les tremblemens de terre, ou se trouve à l'état de solution dans un grand nombre d'eaux minérales; le *sulfure d'argent*, combinaison qui

fournit la plus grande partie de ce métal que les mines livrent au commerce; la *galène*, ou le sulfure de plomb, qui brille d'un vif éclat et que l'on emploie concassé à la fabrication des papiers métallifères dont on couvre des boîtes et des coffrets de peu de valeur, et, pulvérisé, à former le vernis des poteries grossières; la *blende*, ou le sulfure de zinc, que l'on utilise aussi bien que la calamine comme alliage du cuivre dans la fabrication du laiton; le *cinabre*, ou le sulfure de mercure, d'où l'on tire ce métal si utile pour le traitement métallurgique d'autres métaux, pour l'étamage des glaces, ou pour faire divers instrumens de physique; la *pyrite*, ou le sulfure de fer, dont on fabriquait autrefois des bijoux sous le nom de marcassite, et que l'on transforme en sulfate, utilisé dans diverses branches d'industrie; la *molybdénite*, dont les chimistes tirent l'acide molybdique; le *sulfure d'antimoine*, dont on obtient à l'état de pureté ce métal si utile pour la préparation de l'émétique, et comme alliage dans la fonte des caractères d'imprimerie; le *sulfure d'arsenic*, qui fournit les belles couleurs appelées *orpin rouge* et *orpin jaune*; enfin les sulfures de cuivre, d'étain, de cobalt, de bismuth, qui ne sont point importans par leurs usages.

Les *sulfo-arséniures* de nickel, de fer, de cuivre et de cobalt, ne sont intéressans que pour le minéralogiste; le dernier cependant est exploité comme les autres minerais de cobalt pour en former l'oxide dont on fait le beau bleu, si utile dans la peinture, et pour orner les faïences et les porcelaines.

Les *sulfoxides* renferment l'*acide sulfureux* que les volcans rejettent à l'état de gaz, ou qu'exhalent les solfatares; et le vitriol ou l'*acide sulfurique hydraté*, que l'on trouve combiné avec l'eau dans les cavernes de l'île de Milo, dans certains lacs, comme à Java, ou dans quelques ruisseaux, comme le Rio-Vinagre au pied du Puracé dans l'Amérique

méridionale, et toujours au milieu de terrains volcaniques.

L'acide sulfurique combiné avec différens oxides métalliques forme les sulfates, combinaisons très-nombreuses. Ainsi l'on a le *sulfate de plomb*, qui cristallise en octaèdre; celui de *baryte*, facile à reconnaître par sa pesanteur; celui de *strontiane*, qui se présente en brillans et limpides cristaux qui tapissent les cavités qu'offrent les dépôts de soufre intercalés dans les marnes et les calcaires au *val di Noto* et à *Mazzara*, en Sicile, ainsi qu'à Conilla, près Cadiz, en Espagne, et en petites aiguilles dans les marnes du gypse de Montmartre; mais cette substance n'est employée que pour certaines expériences dans les laboratoires; celui de *chaux*, ou le gypse qui, après avoir perdu par la calcination son eau de cristallisation, forme le plâtre, si utile dans les constructions, ou qui, lorsqu'il est blanc et d'un grain fin, se travaille sous le nom d'albâtre gypseux ou d'*alabastrite;* et celui qui, dépourvu d'eau, spécialement celui que l'on exploite à Bardiglio, en Italie, connu sous le nom de *marbre de Bergame*, qui plaît par sa couleur d'un joli gris-bleuâtre; celui de chaux et de soude, connu sous le nom de glaubérite, ou de sel de Glauber; celui de *magnésie*, appelé sel d'Epsom, et employé comme purgatif; celui d'*alumine*, que l'industrie regrette de ne pas trouver en assez grande abondance dans la nature, parce qu'il serait précieux pour la fabrication de l'alun : il est vrai que, par compensation, quelques contrées volcaniques en renferment abondamment que l'on emploie à cet usage, et que la nature produit l'alun, ou le sulfate d'alumine et de potasse; que l'on trouve en efflorescence à la surface de certains schistes, appelés pour cette raison *alumineux*.

Un seul genre compose la famille des chlorides : c'est le genre *chlorure*, en tête duquel se trouve comme espèce l'*acide hydrochlorique*, qui s'exhale des volcans et montre sa présence dans certaines eaux minérales. Utile dans les labo-

ratoires de chimie, cet acide est employé dans les fabriques de couleurs, et à la préparation des tissus destinés pour la teinture. Les principales combinaisons qui forment les espèces du genre sont le *chlorure d'argent*, rare dans les mines d'Europe, mais commun dans celles du Mexique et du Pérou; le *chlorure de cuivre* ou l'atacamite, substance verte que l'on recueille dans le désert d'Atacama en Amérique, et qui pulvérisée est employée dans ce pays comme sable à mettre sur l'écriture; le *chlorure de sodium*, ou le sel gemme qui forme des dépôts considérables en Europe sans compter celui de Dieuze en France, dont l'usage est de première nécessité pour l'homme, et même pour les bestiaux, qui le recherchent avec une sorte d'avidité; enfin, le *chlorure d'ammoniaque*, ou le salmiac, qui se trouve à la surface des laves ou en masses plus ou moins considérables autour de quelques volcans ou dans les solfatares de l'Asie centrale, dont les caravanes le livrent au commerce sous le nom de sel de Tartarie. Ce sel, qui sert en teinture, est employé quelquefois en médecine.

L'*iode*, qui doit son nom aux belles vapeurs bleues qu'il exhale par l'action de l'acide sulfurique, se combine dans la nature avec la soude, la magnésie, le zinc, le mercure et l'argent dont il fait autant d'*iodures*, mais jusqu'à ce jour sans utilité pour l'industrie.

Les combinaisons de quelques substances avec le *brome*, nouveau corps chimique, sont encore trop peu connues pour que nous en parlions : laissons donc la famille des *bromides*, et passons à celle des *phtorides* qui doit son nom au phtore. La chaux fluatée, appelée plus anciennement spath fluor et aujourd'hui *fluorine*, est un *phtorure de chaux*. Cette substance qui affecte des couleurs variées et souvent assez vives, cette substance qui cristallise en cube, en octaèdre et en dodecaèdre, a souvent été taillée suivant ses couleurs, sous le nom de faux rubis, fausse topaze,

fausse émeraude, etc. Dans le Derbyshire en Angleterre, où elle est assez commune, on en fabrique des vases, des boîtes, des chandeliers et d'autres objets : on croit même qu'elle était chez les anciens employée à fabriquer les célèbres *vases murrhins*. La *cryolite* ou le *phtorure d'alumine et de chaux*, qui n'est connue qu'en petites masses laminaires blanches, n'est recherchée que pour les collections minéralogiques, attendu qu'elle n'a encore été trouvée qu'au Groënland.

Trois substances formées de la combinaison de la silice, de l'alumine, et de la magnésie avec le phtore, forment le genre *phtorosilicate :* ce sont la *picnite*, qui cristallise en prismes irréguliers ; la *condrodite* en prismes rhomboïdaux tirant sur le jaunâtre ou le brunâtre ; et la *topaze*, la seule des trois qui tienne un rang parmi les gemmes. Les topazes blanches limpides, et celles qui sont d'un jaune pur, d'un jaune orangé, d'un rouge hyacinthe ou rosâtre, s'emploient fréquemment en bijouterie ; mais comme les dernières ne sont pas très-communes dans la nature, on transforme les topazes jaunes en rosâtres, en les soumettant à l'action du feu, ce qui leur fait donner le nom de topazes brûlées.

Dans les sélénides, le *selenium* forme les *séléniures* de plomb, de cuivre et d'autres métaux ; mais ces combinaisons n'offrent jusqu'à présent aucun genre d'utilité. Les *tellurides* ne sont pas plus intéressans ; mais le *tellure*, qui leur donne son nom, est un des corps simples de la chimie, un métal ; et quoiqu'il ne soit pas utilisé, sa cristallisation en prismes hexagones ou en lames, le fait rechercher pour les collections. Cependant quelques unes de ses combinaisons sont exploitées par le mineur, parce qu'elles renferment une assez grande quantité d'or et d'argent pour récompenser ses travaux.

Les *phosphates* forment à eux seuls la famille des *phosphorides ;* l'*apatite*, ou le phosphate de chaux, colorée en

bleu ou en verdâtre, a souvent été taillée par les lapidaires, mais elle a peu d'éclat et de valeur; les autres variétés, surtout celles qui sont cristallisées, ne sont recherchées que pour les collections; à Logrosso en Estramadure on l'exploite en grande masse comme pierre à bâtir. Le *phosphate de plomb*, qui cristallise en aiguilles et en prismes; celui de *fer* que l'on reconnaît à sa belle couleur bleue; celui de *cuivre* et même celui d'*urane*, n'offrent aucune particularité remarquable à qui n'est point minéralogiste. Dans les phosphates alumineux, figure comme appendice à la *klaprothite* ou *lazulite*, joli minéral bleu qui cristallise en prismes carrés, la *calaïte* ou la *turquoise*, qui ne s'est point encore montrée cristallisée, mais qui est recherchée dans la bijouterie lorsqu'elle est d'un beau bleu de ciel.

En tête de la famille des *arsénides* se place la substance métallique appelée *arsenic*, substance redoutée par ses effets nuisibles. Uni à d'autres métaux, tels que l'argent, l'antimoine, le bismuth, le cobalt, le nickel et le cuivre, il en forme autant d'arséniures, dont quelques uns sont employés dans les arts : tels sont la *smaltine* ou l'arséniure de cobalt, dont on tire l'oxide de ce métal qui sert à colorer le verre, les émaux, la faïence et la porcelaine; et la *nickeline* ou l'arséniure de nickel utilisé dans les laboratoires pour préparer les oxides de ce métal. L'acide arsénique se combine avec la chaux, le plomb, le cobalt, le nickel, le cuivre et le fer; mais ces combinaisons ne sont intéressantes que pour le minéralogiste.

Les *leucolytes*, ou corps qui donnent par les acides des solutions blanches, forment la deuxième classe des substances minérales. Ils se divisent en huit familles. En tête de celle des *antimonides* se trouve l'*antimoine* jadis célèbre chez les alchimistes qui espéraient trouver en lui la *pierre philosophale*. Ce métal, à l'état de pureté, sert au même usage qu'à l'état de sulfure : il fournit l'émétique; il entre comme

alliage dans la composition du métal de cloche et dans les miroirs de télescopes. Combiné avec l'argent, il forme un antimoniure de ce métal; il s'unit à l'oxigène, qui lui donne un aspect nacré, ou avec le soufre qui le colore en rouge-brun.

L'étain compose le genre unique de la famille des *stannides*. Ce métal ne se trouve point à l'état natif, mais à celui d'oxide. Il est très-répandu dans la nature, quoique la France n'en offre encore que des indices. Nous rappellerons en peu de mots son utilité : à l'aide du mercure il sert à étamer les glaces; il sert pour la soudure, il est employé à la confection de plusieurs ustensiles, et comme alliage on connaît ses principaux usages.

La famille des *bismuthides* comprend le bismuth natif, substance métallique, très-fusible, servant à divers alliages.

Le *mercure*, dont nous avons rappelé les différens emplois, se trouve natif ou à l'état de pureté en globules brillans et liquides. Il présente l'aspect de l'étain fondu. Ce n'est que dans les climats septentrionaux et à une très-basse température qu'il acquiert la dureté et la solidité des autres métaux exposés à la température ordinaire. L'*amalgame*, ou le mercure argental, est une combinaison naturelle de deux tiers de mercure et d'un tiers d'argent. Ces deux substances constituent la famille des *hydrargyrides*.

L'argent forme le genre unique de la famille des *argyrides* : les usages et l'utilité en sont trop connus pour avoir besoin d'être rappelés ici.

Dans la famille des *plombides* se présente le plomb, d'abord à l'état natif et en très-petites quantités comme dans certains produits volcaniques; puis combiné avec l'oxigène, qui en fait le massicot et le minium naturels, reconnaissables, le premier à sa couleur jaune, et le second à sa belle nuance rouge.

L'*alumine* combinée avec diverses substances forme plusieurs composés dont deux surtout sont au nombre des gemmes; unie au fer et à la chaux, ou bien au fer et à la silice, elle reçoit des lapidaires le nom de saphir lorsqu'elle est bleue; celui de rubis, remarquable par de beaux reflets rouges, enfin ceux de topaze, d'améthyste et d'émeraude orientales, lorsque ces pierres sont d'un beau jaune, d'une teinte pourprée ou d'un vert agréable. Ces pierres si recherchées appartiennent toutes à l'espèce appelée *corindon*. Unie à l'eau, l'alumine devient le minéral blanc ou verdâtre appelé *gypsite*; mais lorsqu'elle remplit le rôle d'acide, dans sa combinaison avec la magnésie et la silice, elle devient le spinelle rouge, que les bijoutiers montent sous les noms de rubis spinelle et rubis balais. Avec l'oxide de zinc, elle forme la *gahnite*, minéral rare qui cristallise en octaèdre, qui raye tous les corps, excepté le corindon et le diamant, mais qui n'est recherché que pour les collections. Avec l'oxide de fer et la magnésie elle prend le nom de *pléonaste* ou de spinelle noir qui devient, à l'aide du poli, remarquable par son éclat.

Nous arrivons enfin à la troisième classe, celle des *chroïcolytes*, c'est-à-dire des corps solides qui forment des sels ou des solutions colorées. Elle comprend les métaux les plus précieux et les moins oxidables et ceux qui, par une disposition contraire, sont moins susceptibles d'une application utile. Dans la famille des *titanides*, nous voyons le *titane* oxidé ou rutile, qui n'est employé dans les arts que pour quelques couleurs sur porcelaine. L'acide titanique combiné avec le fer forme la *chrichtonite*, substance rare, remarquable par les teintes irisées qu'elle présente. Uni avec la zircone et le fer, avec l'oxide de *cerium*, avec la chaux, avec la silice, il constitue encore quelques minéraux qui ne sont recherchés que pour l'étude.

Le tantale, après avoir été long-temps considéré comme un métal qui se présentait toujours à l'état d'oxide dans la nature, a été rayé de la liste de la nouvelle minéralogie. Les substances que l'on groupait sous ce nom sont regardées comme une combinaison que forme l'acide tantalique avec les oxides de fer, de manganèse et de tantale, avec la chaux et l'yttria en diverses proportions. Ces substances, dont nous ne rappellerons pas les noms peu sonores, constituent la famille des *tantalides*. Il en est de même du molybdène oxidé : il n'est plus considéré que comme *acide molybdique :* il se trouve à la surface du sulfure de molybdène. Il forme avec le plomb un molybdate connu autrefois sous le nom de plomb jaune, couleur qui lui a fait donner celui de *mélinose*. Le wolfram, dont on tire l'acide tungstique, et la schéelite, autrement *tungstate de chaux*, appartiennent à celle des *tungstides*.

Dans celle des *chromides* nous ferons remarquer comme appartenant au genre chromite, l'*eisenchrome*, composé d'alumine et de silice, combiné avec le péroxide de fer et l'oxide de chrome, minéral utilisé pour la préparation du chromate de plomb, belle couleur jaune employée dans la peinture, et pour obtenir un oxide vert qui sert à peindre sur la porcelaine. La *crocoïse*, ou le chromate de plomb, sert aussi en nature à former un beau jaune.

Parmi les familles qui nous restent à examiner nous distinguerons celle des *manganides*, dont les différentes espèces sont utilisées pour la préparation de l'oxigène dans les laboratoires, pour purifier le verre blanc, en en faisant disparaître les taches et les fausses couleurs, et pour la fabrication du chlore ou de l'eau de javelle employée dans les manufactures de toiles peintes. C'est surtout le péroxide de ce métal combiné avec l'oxide de fer, combinaison à laquelle on a donné le nouveau nom de *pyrolusite*, qui est le minerai le plus commun et qui trouve les plus nombreuses

applications dans les arts. Le deutoxide rouge de manganèse qui forme les deux espèces nommées *acerdèse* et *psilomélane* dans la nomenclature minéralogique de M. Beudant, est aussi très-répandu dans la nature, et principalement en usage dans les verreries.

Une famille plus importante encore par son utilité, est celle des *sidérides* qui comprend les différentes espèces de fer qui ne figurent pas dans les combinaisons de ce métal que nous avons déjà citées. Le fer pur à l'état métallique ou natif, se trouve en très-petite quantité dans les filons métallifères, mais dans quelques contrées on en connaît des masses considérables à la surface du sol, où tout annonce leur origine météorique. Le fer appelé *oligiste* est un oxide de ce métal : sa cristallisation rhomboédrique et son éclat souvent irisé, d'autres fois son aspect terreux ou sa belle couleur rouge, rendent très-nombreuses dans les collections ses intéressantes variétés ; tandis que ses riches gisemens sont exploités avec avantage pour les usines; que les variétés ocreuses fournissent à la peinture le rouge de Prusse et l'ocre rouge, et que d'autres variétés servent de crayons rouges ou sont taillées en brunissoirs qui donnent le poli à l'or de nos bijoux ou à celui qui orne nos porcelaines. Le péroxide de fer, appelé *limonite*, comprend ces géodes ou rognons creux nommés vulgairement *pierres-d'aigle*, ces minerais en grains, tantôt de la grosseur et de la forme d'un pois, tantôt si petits qu'ils sont à peine distincts, tantôt mêlés à l'argile et formant une matière terreuse, tantôt, enfin, cristallisés en cubes, en octaèdres ou en aiguilles. Cette espèce est encore un minerai précieux pour l'exploitation : c'est celui qui alimente les principales usines de France, et c'est dans ses variétés terreuses que sont comprises l'ocre jaune, la terre d'ombre et la terre d'Italie. C'est à la même famille qu'appartient l'espèce composée de péroxide et de protoxide de fer, connue sous le

nom d'aimant, si utile dans certaines expériences de physique, par les propriétés magnétiques qu'elle communique à l'acier, et qui rend celui-ci propre à faire l'utile instrument appelé boussole, et plus utile encore en Suède et en Norvége, où elle est si abondante qu'elle fournit l'excellent fer que l'on tire de ces contrées.

La famille des *uranides* ne nous offre qu'une seule substance qui soit de quelque utilité : c'est le *péchurane*, ou le protoxide d'urane, employé dans les laboratoires à la préparation de différens oxides de ce métal. Les *cobaltides* ne nous présentent aussi qu'un péroxide de cobalt, qui provient, à ce que l'on croit, de la décomposition de l'arséniure de ce métal : il n'est d'aucun usage, mais aussi il ne forme que de légers enduits noirs et terreux à la surface de quelques minéraux. Les *cuprides* comprennent le cuivre natif qui se présente en octaèdres, en lames, en mamelons et en filamens déliés; et les oxides du même métal, tantôt noirs et terreux, ou rouges et cristallisés.

Il nous reste encore à mentionner quatre métaux qui sont chacun l'espèce unique d'une famille distincte. L'*or*, bien que toujours à l'état natif, se présente uni en diverses proportions avec l'argent; il cristallise en cubes, en octaèdres, ou se présente en lames, en rameaux, en paillettes et en grains de grosseur très-variable, ainsi que nous aurons ailleurs occasion de le dire; le *platine*, métal utilisé dans ces derniers temps pour fabriquer des chaudières, des alambics et d'autres ustensiles en usage dans les usines et les laboratoires, et quelquefois employé pour donner à la faïence l'éclat et l'apparence de la vaisselle plate, est reconnaissable à son gris de plomb approchant du blanc d'argent. Il se présente en grains isolés plus ou moins épais et plus souvent en petites paillettes. Sa pesanteur spécifique étant à peu près égale à celle de l'or, le rend très-propre à falsifier ce dernier métal. On trouve

en petites paillettes mélangées au platine le *palladium* qui, réduit à son état de pureté, n'est pas moins éclatant que le métal qu'il accompagne : on en a fabriqué des vases d'ornement, mais d'un prix beaucoup plus élevé que l'or. Enfin, l'*iridosmine*, alliage naturel d'*osmium* et d'*iridium*, s'offre aussi au milieu du platine, en grains plus ou moins cristallins.

Ici pourrait se terminer l'aperçu méthodique des principales substances minérales; nous verrons dans le livre suivant le rôle qu'elles jouent ou la place qu'elles occupent dans l'écorce du globe.

Pour compléter l'histoire des métaux, il nous reste à donner une idée de trois de leurs propriétés qui les rendent le plus utiles à l'industrie humaine : la *ductilité*, la *malléabilité* et la *ténacité*.

La ductilité est la propriété que possède un métal de se réduire en un fil plus ou moins long par le moyen de la filière, et la malléabilité, celle qui lui permet de s'étendre en lame très-mince par le moyen du laminoir. Pour faire mieux comprendre la différence qui les distingue, nous allons classer les métaux les plus usités dans les arts, suivant leur plus haut degré de ductilité et de malléabilité.

Ductilité.	Malléabilité.
Or.	Or.
Argent.	Argent.
Platine.	Cuivre.
Fer.	Etain.
Cuivre.	Platine.
Zinc.	Plomb.
Etain.	Zinc.
Plomb.	Fer.
Nickel.	Nickel.
Palladium.	Palladium.

L'or est le plus ductile et le plus malléable de tous les

métaux. Une once d'or, passée à la filière, peut donner un fil de 73 lieues de longueur; la même quantité étendue sur un cylindre d'argent, que l'on passera également à la filière, donnera un fil doré de 97 lieues de 2000 toises. Ce fil doré, soumis à la pression du laminoir, pourra être réduit en une lame d'un huitième de ligne de largeur, longue de 111 lieues, et, si l'on considère les deux côtés de cette lame réunis, une once d'or couvrira une surface d'un quart de ligne de large sur une longueur de 111 lieues, ou, en d'autres termes, une superficie de 2400 pieds carrés.

La ténacité n'est point dans le même rapport que la ductilité. Le fer est le plus tenace; le zinc et le plomb le sont moins que tous les autres métaux ductiles.

Si on les suppose réduits chacun en un fil de deux millimètres de diamètre, ou de moins d'une ligne, ils offriront pour la ténacité les rapports suivans :

Le fer supportera.	249 kilogr.
Le cuivre.	137
Le platine..	124
L'argent	85
L'or.	68
L'étain	24
Le zinc.	12
Le plomb.	10

L'exploitation et la préparation des métaux usuels contribuent puissamment à augmenter les ressources commerciales d'un Etat : l'Allemagne, la Russie, la Suède et l'Angleterre sont les contrées de l'Europe les mieux partagées sous ce rapport.

Pour le *fer*, l'Angleterre occupe le premier rang; puis viennent la Russie, la France et la Suède.

Pour le *plomb*, les Etats les plus riches sont dans l'ordre suivant : l'Angleterre, la Prusse, l'Autriche et l'Espagne.

Pour le *cuivre*, l'Angleterre, la Russie, la Suède, la Saxe et l'Autriche.

Pour l'*étain*, l'Angleterre, la Saxe et l'Autriche.

Pour le *zinc*, la Prusse, l'Angleterre et l'Autriche.

Pour le *mercure*, l'Espagne, l'Autriche et le Pérou.

Pour le *cobalt*, la Saxe, la Suède et l'Autriche.

Pour l'*argent*, le Mexique, le Pérou, l'État de Buénos-Ayres, la Russie, l'Autriche et la Saxe.

Pour l'*or*, le Brésil, le Mexique, la Russie, le Chili, l'État de Buénos-Ayres et l'Autriche.

Pour le *platine*, les républiques du Chili et de Buénos-Ayres, et la Russie (1).

(1) Voyez notre art. *Métaux*, dans l'Encyclopédie moderne. J. H.

LIVRE TRENTE-CINQUIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Substances minérales qui composent la partie solide du Globe. — Deuxième section : Roches; leur emploi dans les arts et l'industrie.

Dans le Livre précédent, nous ne nous sommes occupés que des substances minérales, considérées isolément; nous avons fait voir l'ordre dans lequel les classent les principes de la chimie moderne; nous avons indiqué leur degré d'utilité. Suivons une marche analogue dans la classification et la description des roches.

On comprend sous le nom de *roche* une masse minérale composée d'une ou de plusieurs substances. Le degré d'agrégation de ses parties ne change rien à cette dénomination. Ainsi l'argile, mélange de silice et d'alumine, le sable, composé de silice seule ou de quarz pulvérulent, n'en sont pas moins au nombre des roches.

Un savant minéralogiste (1), qui a étudié avec autant de sagacité les roches sous le rapport minéralogique que sous le rapport géologique, les divise minéralogiquement en deux grandes classes : celle des roches *homogènes* ou *simples*, qu'il désigne ainsi parce qu'elles paraissent n'être formées que d'une seule substance, et celle des roches *hétérogènes* ou *composées*, qui ne sont qu'un mélange de divers minéraux. Les roches homogènes renferment quelquefois, en petite quantité il est vrai, des minéraux qui, ne faisant pas partie intégrante de la masse, ne sont point caractéristiques. Haüy avait disposé la première classe de

(1) M. *Al. Brongniart*. Voyez son article *Roches*, dans le Dictionnaire des Sciences naturelles.

ces roches en deux ordres : le premier comprenant les roches *phanérogènes*, c'est-à-dire composées de substances visibles; le second formé de roches *adélogènes*, c'est-à-dire dont la composition reste cachée à l'œil. M. Brongniart a adopté cette division. Il partage la seconde classe en deux autres ordres : celui des roches de *cristallisation*, et celui des roches d'*agrégation*.

Dans l'examen que l'on fait d'une roche, plusieurs caractères essentiels sont à considérer : ce n'est que par eux qu'on peut la reconnaître. Les principaux : ce sont la *composition*, la *structure*, la *dureté*, la *texture*.

Lorsqu'on examine la *composition* on doit distinguer les parties *constituantes* et les parties *accidentelles* d'une roche. Les premières la caractérisent. Les secondes sont principalement des substances minérales disséminées irrégulièrement dans la roche, mais qui n'en changent point les caractères.

La *structure* présente aussi différens caractères dont nous ne rappellerons que les principaux. On l'appelle *lamellaire* lorsqu'elle offre une réunion de petites lames cristallines, comme dans le marbre de Paros; *sphéroïdale*, ou *globulaire*, lorsque les parties qui constituent la roche présentent une réunion de petits sphéroïdes; *fragmentaire*, lorsqu'en la cassant elle se divise en un grand nombre de fragmens anguleux; *entrelacée*, lorsqu'elle se compose de parties anguleuses ou arrondies qui s'engrènent les unes dans les autres et qui sont liées par une autre substance: telles sont les brèches calcaires et siliceuses; *fissile* ou *feuilletée*, c'est-à-dire présentant la réunion d'un grand nombre de feuillets faciles à désunir, comme dans les schistes-ardoises.

La *dureté* dans les roches diffère selon celle des substances qui les composent : lorsque celles-ci sont d'une dureté à peu près égale, le poli qu'elles reçoivent est très-

vif; de là vient que les roches homogènes ou presque homogènes acquièrent par le poli un éclat qui les fait rechercher dans nos arts d'ornement : le porphyre et certains marbres en offrent de nombreux exemples.

La *texture* se rapporte aux différens fragmens d'une roche considérés isolément, comme la structure se rapporte à leur ensemble. Elle est *grenue* lorsque la roche est composée de petits grains arrondis ou anguleux réunis par une pâte : ce caractère est très-visible dans les grès; elle est *cellulaire* lorsqu'elle offre des cavités nombreuses comme on le remarque dans les laves; elle est *empâtée* lorsque les parties qui composent la roche sont réunies par une pâte homogène, ainsi qu'on le voit pour les porphyres et les brèches; elle est *terreuse* lorsque la cassure offre un aspect terne, analogue à celui que présente l'argile sèche; enfin la texture reçoit les dénominations de *lamellaire*, *compacte* ou *fibreuse*, dénominations qui se comprennent suffisamment.

Passons maintenant en revue les principales roches dont se compose l'écorce de notre globe et qui acquièrent de l'importance, soit par leur emploi dans les arts, soit par le rôle qu'elles jouent dans les théories géologiques. Dans cette énumération nous adopterons la nomenclature de M. d'Omalius d'Halloy (1) et les caractères spécifiques adoptés par M. Brongniart.

Roches pierreuses (2). Dans cette classe se rangent le *quarzite*, ou le quarz en roche, à texture sublamellaire ou grenue, roche homogène qui prend un poli brillant; le *grès*, d'une texture grenue et d'une couleur tantôt blanchâtre, tantôt rougeâtre, tantôt variée dans ses nuances de jaune et de rouge sales, comme celui qu'on appelle *bigarré :*

(1) D'*Omalius d'Halloy :* Élémens de Géologie. — Paris, 1831.

(2) Elles ont pour bases des métaux *hétéropsides*, c'est-à-dire *qui se montrent sous un aspect étranger*. (Ετερος, autre; οψις, aspect.)

on utilise ces diverses variétés de grès en réservant le blanc pour le pavage, comme dans les environs de Paris, et pour la bâtisse, comme dans quelques parties de l'Allemagne; le rouge ou le ferrugineux pour les meules de couteliers, et le bigarré pour les constructions. On peut encore ranger parmi les roches pierreuses le sable, malgré sa texture pulvérulente: il affecte toutes les couleurs que donne le fer qui y est quelquefois fort abondant. Lorsqu'il est blanc on l'emploie avec avantage dans les verreries; lorsqu'il est coloré il entre dans la composition de certains cimens.

Plusieurs espèces de silex forment dans les couches de l'écorce terrestre des dépôts assez considérables pour être rangés parmi les roches; tels sont le *silex pyromaque* dont on fait les pierres à briquet, le *silex corné*, employé en pierre à fusil, et le *silex meulière* qui, par sa texture caverneuse, est d'un usage excellent en meules de moulin. Le *jaspe* forme souvent des bancs continus : son éclat est mat à l'état brut, et brillant lorsqu'il est poli; sa texture est fine; ses vives couleurs le font rechercher pour des coupes, des tabatières et divers objets précieux. Le *jaspe schisteux*, ou *phtanite lydien*, est une pierre noire à texture compacte qui sert aux bijoutiers comme pierre de touche. Le *tripoli*, qui n'est en quelque sorte que de la silice pure, offre une texture terreuse, les couleurs du grisâtre, du jaunâtre ou du rougeâtre, et sert à polir les pierres et les métaux.

Une roche composée de fer et de quarz et d'une structure schistoïde, doit attirer notre attention, c'est le *sidérocriste*. Elle semble être le gîte ordinaire des minerais d'or et de diamans qui rendent si précieux certains terrains d'alluvion du Brésil. L'*hyalomicte*, formé de quarz et de mica, présente une structure massive ou schisteuse; cette roche renferme des filons et de petits amas de fer et d'étain. M. Brongniart a donné le nom d'*arkose* à une roche à tex-

ture grenue qui offre l'apparence d'un grès à gros grains, et qui est composée de quarz et de feldspath. Quelques variétés de cette roche servent à faire des meules de moulin, d'autres sont employées dans les constructions; celle qui est à petits grains, rarement plus gros que des grains de millet, ce qui l'a fait appeler *arkose miliaire*, est riche en minerais de cuivre. Le *psammite*, qui est une sorte de grès micacé, est essentiellement formé de sable quarzeux, d'argile et de mica; quelques unes de ses variétés sont excellentes pour le pavage et la bâtisse.

Les roches formées de débris anguleux ou arrondis d'autres roches quarzeuzes, réunis par un ciment siliceux plus ou moins souillé d'argile et de fer, constituent des *brèches* lorsque ces débris sont anguleux, et des *poudingues* lorsqu'ils sont arrondis. La nature cependant n'admet point nos limites tranchées; elle réunit souvent dans la même roche et les fragmens anguleux et ceux qu'un transport violent semble avoir arrondis. Quelques unes de ces roches sont employées à divers objets d'ornement, tels que des coupes et d'autres vases; l'une des plus belles est le caillou de Rennes, ainsi appelé parce qu'on le trouve aux environs de cette ville. Elle ne se présente qu'en morceaux isolés, de médiocre grosseur; mais sa pâte, d'un fond rouge pourpré, parsemée de taches jaunes ou rougeâtres, la fait rechercher pour en faire des tabatières.

On donne depuis long-temps à Florence le nom de *macigno* à une roche à texture grenue, formée de petits grains de quarz mêlés avec du calcaire; on l'exploite pour les constructions et le pavage de cette ville. Le même nom adopté par les minéralogistes, sert, avec la dénomination de solide, mollasse, schistoïde et compacte, à désigner quatre variétés différentes de cette roche. Le macigno solide prend, sous le ciseau, une surface unie et presque polie à laquelle les paillettes de mica blanc qu'il renferme donnent un aspect

agréable : le cirque antique de Fréjus a été construit avec cette pierre; le macigno mollasse, exploité dans les environs de Lausanne, y est employé aux constructions; le macigno compacte, ou la *pietra forte* des Italiens, sert au même usage.

Le sel gemme, que nous avons vu dans le Livre précédent figurer parmi les chlorures, forme, sous le nom de *sel marin rupestre*, une roche pierreuse importante. Il se trouve en masses, en amas et en couches puissantes dans certains terrains dont nous parlerons dans la suite. Le *sulfate de chaux* forme à la fois aussi une espèce minérale et une roche. Nous ne rappellerons pas son utilité, mais nous dirons qu'il se divise en trois variétés selon sa texture; ainsi celle du gypse saccharoïde est lamellaire ou grenue, celle du gypse grossier est compacte ou lamellaire; enfin on appelle fibreux celui dont la texture présente une réunion de fibres minces et allongées qui ont souvent l'aspect et le brillant soyeux. Le *sulfate de strontiane*, ou la *célestine*, forme aussi une roche à texture fibreuse; tandis que le *sulfate de baryte*, ou la *barytine*, se présente à l'état compacte et lamellaire.

Une substance d'origine volcanique, l'*alunite*, tantôt compacte, tantôt sous forme de brèche, et toujours avec une texture terreuse, se présente dans la nature en masses ou en bancs puissans, qui, par l'alun qu'on en retire, sont une richesse pour les pays qui les possèdent.

Le *carbonate de chaux* considéré comme roche prend le nom de *calcaire*; il comprend la pierre à bâtir la plus grossière, les albâtres veinés et unis employés à divers objets de luxe, et cette grande variété de marbres qui chez les anciens et les modernes semblent destinés à l'ornement des temples et des palais. L'albâtre est un calcaire concrétionné qui se forme journellement dans certaines cavernes par le sédiment que des eaux calcarifères déposent sur leurs parois. Ce sédiment forme des concrétions appelées *stalactites* lors-

qu'elles descendent de la voûte caverneuse, et *stalagmites* lorsque, déposées par les eaux qui tombent des premières, de nouvelles concrétions s'élèvent sur le sol de la caverne.

« Les *albâtres veinés* les plus connus sont ceux de Bastia en Corse, de Mont-Réal, de Caputo et de Saguna, en Sicile. Celui de Malaga, en Espagne, dont le palais du roi à Madrid est décoré, présente un mélange de veines jaunâtres et d'autres de couleurs foncées; il offre beaucoup d'analogie avec celui dont on voit une belle colonne antique au Musée du Louvre. Deux autres colonnes également antiques, que l'on remarque dans le même établissement, peuvent donner une idée de l'albâtre *tacheté*, qui ne diffère du précédent que par la manière dont il est taillé, les restes de végétaux et les graines de chara qu'on y remarque, et dont quelques analogues vivent encore dans nos étangs.

» Les *albâtres unis* étaient estimés des anciens qui les réservaient pour les ouvrages les plus délicats. Le blanc était recherché. On l'exploitait aux environs de Rome, mais on ne connaît plus le lieu d'où on le tirait. L'albâtre d'Aracena en Andalousie, est d'un blanc nébuleux, avec quelques veines opaques d'un jaune aurore, qui tranche d'une manière fort agréable sur la belle transparence du fond. Les anciens ne l'auraient point estimé, parce qu'ils recherchaient dans l'albâtre la translucidité plutôt que la transparence. L'albâtre de Sienne, presque transparent, est d'une couleur jaune de miel unie : il ressemble parfaitement à celui que l'on tire de Malte, et dont on fait de si jolies statues. Mais le plus remarquable est l'albâtre blanc jaunâtre, appelé oriental; le Musée du Louvre possède une belle statue grecque dans le goût égyptien, représentant Horus, faite de cette substance. Il est à présumer que cet albâtre fut tiré de l'Egypte. On en exploite de semblable aux environs d'Alicante et de Valence, en Espagne, et près de Trapani, en Sicile.

» L'histoire des marbres antiques serait très-intéressante, si l'on pouvait connaître exactement les lieux d'où les anciens statuaires et sculpteurs les tiraient. A propos des souvenirs de l'antiquité, nous devons rappeler que le mot latin *marmor*, dérivé du grec μαρμαρος, qui signifie *blanc*, prouve que ce nom fut particulièrement donné, dans l'origine, au véritable marbre statuaire. Le premier et le plus célèbre qui ait été employé est le *marbre de Paros;* c'est de celui-ci que sont faites la Vénus de Médicis et la Diane chasseresse qui remplace au Musée du Louvre l'Apollon du Belvédère. Le *marbre pentélique*, que l'on tirait du mont Pentélès, plus fin et plus serré, mais d'une teinte moins unie, se reconnaît dans plusieurs statues antiques du Musée : le fameux torse est le reste d'une statue qui avait été tirée d'un bloc de ce marbre. Dans la suite, les statuaires grecs abandonnèrent le marbre de Paros pour celui de *Luni*, près Carrare, que son grain saccharoïde rendait plus propre à la sculpture; l'Apollon du Belvédère prouve l'antiquité de l'époque à laquelle on commença à s'en servir. Le *noir antique*, surnommé *marmor luculleum*, paraît avoir été tiré des carrières des environs d'Aix-la-Chapelle. Le *rouge d'Egypte* ou *rouge antique*, *marmor Ægyptum*, dont les carrières ont été retrouvées entre le Nil et la mer Rouge, est devenu plus rare encore; les morceaux que l'on en rencontre dans le commerce servent à faire de petits ornemens. Le *vert antique* est une brèche composée de fragmens de serpentine, réunis par un ciment calcaire mélangé de talc : on l'exploitait dans les environs de Thessalonique. On en voit quatre belles colonnes dans l'ancienne salle du Laocoon, au Louvre. Le *bleu antique*, d'un blanc rosé avec des taches d'un bleu ardoise, en zigzags interrompus, ne doit pas être confondu avec le *bleu turquin antique*, dont on sait que les carrières se trouvaient dans le nord de l'Afrique, tandis que l'on ignore d'où les anciens tiraient le premier. Le *petit antique*, que la

finesse de son grain a fait nommer ainsi par les marbriers, est veiné de blanc et de gris d'ardoise; il se tirait de Staremma en Toscane. Le *jaune antique* s'exploitait en Macédoine : la grecque qui entoure les deux tables de lapis lazuli de la galerie d'Apollon est faite de ce marbre. Le *grand antique* est une belle brèche entièrement calcaire, composée de fragmens et de linéamens d'un noir foncé, mélangés de fragmens du plus beau blanc : on ignore d'où les anciens le tiraient. Le *cipolin antique* est une chaux carbonatée magnésifère, dans laquelle le talc forme des veines : on croit qu'il est originaire de l'île d'Eubée. La *brèche violette antique*, appelée aussi *brèche d'Alep*, ce qui a fait croire qu'on la tirait de Syrie, s'exploitait probablement dans les environs de Carrare, où l'on en trouve encore de semblables. Ses couleurs sont très-variées; le plus souvent elle présente des fragmens anguleux de couleur lilas sur un fond brun-violâtre. La *brèche africaine antique* n'est pas moins variée par les couleurs de ses fragmens rouges, gris, violets, etc., sur un fond noir; ce marbre produit un très-bel effet, ainsi qu'on en peut juger par une colonne placée dans la salle du Musée au Louvre. On ignore si les anciens le tiraient de l'Afrique comme son nom semble l'indiquer. La *brèche rose* et la *brèche jaune*, *antiques :* la première, composée de petits fragmens rosâtres sur un rouge clair, la seconde, d'un jaune clair avec des taches plus foncées, sont d'une origine inconnue. Nous pourrions encore parler de la *brèche arlequine*, présentant des taches rondes de diverses couleurs; de la *brèche rouge et blanche*, dans laquelle ces deux couleurs dominent; de la *brèche vierge*, composée de fragmens anguleux blancs, bruns, rouges et jaunâtres; de la *brèche fleur de pêcher*, qui offre de grandes taches violettes ou lie de vin, sur un fond blanc; de la *lumachelle jaune* et de la *lumachelle noire et blanche*, qui, comme toutes les lumachelles, sont remplies de fragmens

de coquilles, et d'autres marbres dont l'origine est également inconnue; mais comme nous avons cité les plus importans, nous allons dire un mot des marbres modernes. »

Il est peu de contrées qui ne renferment du marbre : les voyageurs en ont rapporté des différentes îles de l'Océanie; nous avons vu que les anciens tiraient de l'Afrique quelques uns de ceux auxquels ils attachaient le plus de prix; la civilisation, qui fait de si grands pas en Amérique, et qui propage sur ce continent le goût et le luxe européens, a fait chercher et découvrir différentes variétés de marbres, depuis les bords du Saint-Laurent jusqu'à l'extrémité méridionale de la chaîne des Andes; l'Asie paraît être la partie du monde la plus riche sous ce rapport : la Chine, l'Hindoustan, la Syrie, la Perse et la Sibérie, renferment des marbres de toutes les variétés; ceux de l'Europe sont les plus connus, parce que l'antique civilisation de cette contrée en a rendu l'emploi presque vulgaire. La Suède et la Norvége ont des carrières exploitées depuis long-temps. L'Allemagne, si riche en autres produits minéraux, en possède plusieurs qui ont acquis de la réputation : on connaît celui de Hesse, d'un jaune-paille et orné d'herborisations; les marbres rouges de Bohème, les marbres verts du Tyrol, celui d'Osnabruck, recherché pour sa couleur noire, et celui de Ratisbonne, renommé pour sa blancheur. Les montagnes de la Suisse en fournissent une grande variété. L'Italie, plus riche peut-être que toutes les autres parties de l'Europe, a ses *marbres jaunes* de Sienne et celui de Véronne, d'une belle teinte rouge, sur laquelle se détachent des ammonites. Florence a son marbre vert, et celui qui présente ces apparences de ruines qui en font rechercher les plaques pour les cabinets des curieux. Prato, Bergame et Suze ont leurs marbres verts tachetés de blanc ou de gris, devant leurs principales couleurs à la serpentine. On exploite dans les Abruzzes des marbres coquillers, connus dans le commerce sous le

nom de lumachelle grise d'Italie ; mais la côte de Gênes est, de toute l'Italie, la partie qui fournit le plus de marbres à nos statuaires. C'est là que l'on trouve ces brèches si variées par leurs couleurs, ces beaux bleus turquins, ces marbres serpentineux verdâtres, ce *portor* noir, tacheté de jaune et veiné de blanc, enfin ces marbres statuaires de Carrare, qui l'emportent sur tant d'autres par leur finesse et leur netteté.

La péninsule hispanique pourrait rivaliser par ses marbres avec l'Italie ; ceux des environs de Molina passent pour être d'un grain aussi beau que celui de Carrare ; les royaumes de Grenade et de Cordoue en possèdent qui ne lui cèdent point en blancheur. Les marbres espagnols colorés les plus renommés sont : le marbre gris de Tolède, les marbres gris de la Manche et de la Biscaye, le noir et jaune de cette province, le noir veiné de blanc de Morviedro, les marbres violets de la Catalogne, le rouge de Séville et de Molina, le vert de Grenade, le rose veiné de blanc de Santiago, et les lumachelles rouges de Grenade et de Cordoue. Le Portugal possède, comme le reste de la péninsule, des marbres du plus bel effet.

La Grande-Bretagne en exploite qui ne le cèdent en beauté à aucun autre du continent. Les Pays-Bas font un grand commerce de ces marbres noirs bitumineux, employés dans les monumens funèbres ; de ces marbres d'un beau noir, sur lesquels se détachent des coquilles d'un blanc éclatant, et de ces marbres tendres noirâtres, remplis de madrépores, ce qui leur a valu le nom de petit granite : c'est le marbre le moins cher, et celui que nos ébénistes emploient le plus fréquemment pour les dessus de meubles ; enfin le marbre Sainte-Anne, d'un fond gris avec des taches irrégulières, et dont sont faits les dessus de tables de la plupart des cafés de Paris. Ces marbres s'exploitent dans les environs de Namur, de Saint-Remi et de Mons.

« Plus les marbres sont purs, c'est-à-dire plus ils sont blancs

et d'un grain serré, plus ils sont susceptibles de résister à l'action de l'atmosphère. Les belles couleurs qui les distinguent et qui les font rechercher, sont dues à différens oxides, mais surtout aux oxides de fer, dont les diverses modifications produisent la plupart de ces nuances si variées. J'ai eu plusieurs fois occasion de remarquer que l'oxide qui les colore est disposé à une décomposition que détermine l'action alternative de la pluie et des rayons solaires. Quelquefois les marbres renferment du fer sulfuré : leur décomposition est alors plus rapide, parce que ce métal uni au soufre ne résiste point à l'humidité. D'autres fois, des marbres qui paraissent très-durs cèdent avec le temps à l'intempérie des saisons, lorsqu'ils restent constamment exposés à l'air; mais le minéralogiste qui les examinera reconnaîtra facilement la cause de cette altération. Plusieurs renferment des parties d'argile, d'autres doivent quelques unes de leurs veines à leur mélange avec le schiste, avec la magnésie ou quelques matières talqueuses; ces différentes matières se décomposent, des veines entières disparaissent et ne laissent plus que leur place vide, et le plus beau marbre prend alors l'aspect sale et désagréable de tout ce qui porte l'empreinte de la dégradation. Les marbres de Campan, dont les couleurs sont si agréables, et d'autres d'une nature analogue, sont surtout sujets à cet inconvénient; il faut donc avoir soin de ne les employer que dans les intérieurs, autrement on risquerait de les voir se carier (1). »

Lorsque nous traiterons des terrains et des formations géologiques, nous parlerons de plusieurs autres calcaires, tels que le *compacte fin* ou la pierre lithographique, le *siliceux*, qui abonde en quarz résinite, l'*oolitique* qui fournit d'excellentes pierres de construction, la *craie* dont on fait le blanc d'Espagne, le *lias*, calcaire bleu qui donne une chaux estimée, le *travertin*, calcaire concrétionné qui a servi

(1) Extrait de notre article *Marbre*, dans l'Encyclop. moderne. J. H.

aux anciens à construire les temples de Pestum et les plus beaux édifices de Rome, et la *dolomie*, calcaire magnésifère, qui offre cela de particulier que, réduite en chaux par la calcination, et répandue dans les champs en culture, elle produit un effet contraire à celui des autres variétés de chaux, en ce qu'elle nuit à la végétation au lieu de l'activer.

La plus importante roche pierreuse à base de talc est la *serpentine*. Son poli onctueux, ses couleurs variées, dans lesquelles le vert domine assez ordinairement, la font exploiter pour en fabriquer des vases et d'autres objets de luxe.

Le *gneiss*, roche à structure feuilletée, essentiellement composée de mica et de feldspath, est riche en filons métallifères, principalement en cuivre, en étain, en carbonate de fer, en argent et en plomb argentifère. Les mêmes métaux se trouvent dans le *micaschiste*, ou *schiste micacé*, qui diffère du précédent en ce que le quarz y remplace le feldspath.

Un mélange à peu près égal d'amphibole et de feldspath compacte forme les *diorites*, *granitoïdes*, *schistoïdes*, *porphyroïdes*, et autres. Le beau granite orbiculaire de Corse, qui présente une réunion de sphéroïdes d'amphibole noir entourés d'une aréole de feldspath blanc, qui se détachent sur un fond grisâtre, est une variété de cette roche : on en fait des objets d'ornement d'autant plus précieux que cette variété est assez rare.

L'*aphanite* d'Haüy, ou la *cornéenne* de Dolomieu, roche homogène en apparence, et le *trapp* ou le *trappite*, qui n'est que la même roche renfermant des cristaux de feldspath, paraissent être d'une origine ignée. Le *spilite*, qui semble avoir la même origine, est formé d'une pâte d'aphanite avec des noyaux et des veines calcaires. C'est de cette dernière roche que l'on tire la plupart des agates que l'on travaille à Oberstein. Lorsque le spilite est d'une texture

poreuse et terreuse, lorsqu'il renferme du pyroxène et du mica, il prend le nom de *vake* ou de *vakite*.

Nous comprendrons encore parmi les roches d'origine ignée la *dolérite*, composée de feldspath lamellaire et de pyroxène, et qui se divise quelquefois en prismes et en sphéroïdes comme le basalte; le *mélaphyre*, mélange intime de pyroxène et de feldspath, renfermant des cristaux de cette dernière substance; et le *basalte*, roche noire à texture compacte, sur l'origine de laquelle les minéralogistes et les géologues du siècle dernier étaient divisés d'opinion, mais sur laquelle on est d'accord aujourd'hui. Quel est le géologue qui oserait soutenir sérieusement que le basalte est le résultat d'une précipitation aqueuse?

Les *pépérines* sont des roches conglomérées ou remaniées par les eaux, ou bien sorties des cavités volcaniques sous forme d'éruptions boueuses. Elles sont composées de fragmens ordinairement anguleux, qui ne sont que des débris de roches pyroxéniques décomposées. C'est une variété de cette roche qui a recouvert une partie de Pompéia; une autre forme, à Rome, la roche Tarpéienne; enfin une autre a fourni la pierre de construction du tombeau de Cecilia Metella près de Rome.

Une des roches volcaniques les plus utiles, quoiqu'on ne la trouve qu'en fragmens, c'est la *ponce*, qui doit son nom à un groupe d'îles de la Méditerranée qui en fournissent beaucoup au commerce. La ponce sert à polir un grand nombre de corps et s'emploie aussi, surtout en Italie, dans la composition de certains cimens.

Parmi les laves, il en est plusieurs d'une grande utilité comme pierres de construction; telles sont la *téphrine pavimenteuse*, ou la lave de Volvic, dont Clermont-Ferrand et Riom sont bâties, et dont on revêt les trottoirs de Paris; la *téphrine feldspathique*, exploitée aux environs d'Andernach; la *leucostine*, que sa structure schisteuse fait employer

à couvrir les habitations aux environs du Mont-Dor, et quelques variétés de *trachyte*, roche d'un aspect terne et mat, dont la pâte rougeâtre ou grisâtre est parsemée de cristaux de feldspath vitreux.

Le *feldspath* forme, dans certaines montagnes, des amas ou des couches dont la structure est tantôt laminaire, lamellaire ou grenue. Lorsque cette roche est mêlée de quarz, elle prend le nom de *pegmatite;* l'une de ses plus jolies variétés est surnommée *graphique*, parce que le quarz, disposé en lignes brisées, y prend l'aspect de caractères hébraïques. Une autre doit à la couleur brun-rougeâtre du feldspath le nom de *granite feuille morte.* C'est un pegmatite pulvérisé qui sert à couvrir la porcelaine d'un enduit émaillé et brillant. La réunion du feldspath, du quarz et du mica, constitue le véritable *granite*, dont nous nous dispenserons de rappeler les différens usages. Cette roche prend rarement un beau poli; mais on confond souvent avec elle la *syénite*, dans laquelle l'amphibole remplace, comme partie essentielle, le mica, et qui doit son nom à la ville de Syène en Égypte, aux environs de laquelle les anciens l'exploitaient.

On connaît sept à huit variétés de *porphyres*, que l'on désigne d'après leur couleur, et qui sont d'autant plus estimées que leur pâte est d'une nuance plus vive, et que les cristaux de feldspath tranchent dessus d'une manière plus nette. Les anciens employaient cette roche beaucoup plus fréquemment que les modernes: ce qu'atteste un grand nombre de leurs monumens. Le porphyre antique, dont la pâte est d'un brun-rouge vif et foncé, se tirait de l'Égypte et de l'Arabie: la même variété existe aux environs de Meissen et de Planitz en Saxe; une jolie variété, dont on fait des vases et d'autres objets d'ornement, est le porphyre brun de Sunderwald en Norvége. Ce qu'on appelle *porphyre orbiculaire de Corse* est le *pyroméride*, dont la pâte jaunâtre, composée de feldspath compacte et de quarz, renferme de

gros globules radiés du centre à la circonférence. La roche si estimée des anciens, et que l'on désigne communément sous le nom de *porphyre vert antique*, est l'*ophite*, dont la pâte et les cristaux de feldspath sont d'une belle couleur verdâtre; la commission scientifique envoyée par le gouvernement français en Morée, a découvert au mont Taygète le gisement de cette précieuse substance.

Les *variolites* sont des roches analogues aux porphyres quant à la pâte, mais, au lieu de cristaux, celle-ci renferme des noyaux sphéroïdaux d'une couleur différente, et quelquefois plus durs que le reste de la roche. Quoiqu'elles soient d'un aspect assez agréable, surtout lorsqu'elles sont polies, elles n'ont aucun emploi spécial dans les arts et l'industrie.

Les principales roches argileuses sont l'argile et la marne. L'*argile* est une substance composée de silice, d'alumine et d'eau; elle est onctueuse au toucher, facile à polir par le frottement de l'ongle, prompte à s'imprégner d'eau, et susceptible alors de prendre sous les doigts les formes les plus variées; la terre à modeler est une argile. Lorsqu'elle est sèche, elle happe fortement à la langue, et répand une odeur particulière par le contact de l'haleine; mais ce dernier caractère lui est commun avec les schistes et avec les substances analogues qui contiennent de l'oxide de fer. L'argile affecte des couleurs très-variées, telles que le rouge, le jaune, le brun, le gris et le bleuâtre qu'elle doit à cet oxide. Quelquefois elle est veinée ou tachetée de brun sur un fond gris : telle est celle qui contient quelques centièmes de chaux, et que l'on trouve en lits dans le gypse de Montmartre d'où on l'extrait pour la vendre à Paris sous le nom de *pierre à détacher*.

Parmi les nombreuses variétés de l'argile, plusieurs sont employées utilement dans le commerce et dans les arts : le dessinateur se sert d'une argile ocreuse, sous le nom de

crayon rouge; le peintre trouve une belle couleur brune dans l'emploi d'une argile ferrugineuse, appelée *terre de Sienne :* d'autres couleurs, connues sous les noms de *brun-rouge*, *ocre de rue*, *terre d'ombre*, *terre de Cologne*, *rouge d'Angleterre*, sont autant d'argiles ferrugineuses. Le sculpteur ébauche son travail en se servant d'une argile pour modeler ses figures. La porcelaine doit sa finesse et sa beauté à l'argile blanche appelée kaolin; on la tirait autrefois de la Chine, mais depuis long-temps on se sert de celle que l'on trouve en France près de Limoges. Les poteries grossières se fabriquent avec une variété appelée *argile plastique*, du mot grec πλασσω, je forme, parce qu'elle est employée par tous les potiers; celle de Montereau sert à la fabrication de la faïence fine, que l'on nomme terre anglaise ou terre de pipe. L'argile commune, vulgairement appelée terre glaise, dont la composition est de 32 parties d'alumine, de 63 de silice, et de 4 à 5 parties de fer, est employée à faire des tuiles, des briques et des fourneaux. C'est encore une argile qui, dans les fabriques, sert à dégraisser les draps et à leur donner le lustre nécessaire; elle est connue sous le nom d'*argile smectique* ou *terre à foulon*. Ce que les pharmaciens nomment *bol d'Arménie* est une argile ocreuse. Enfin, l'almagre des Espagnols n'est autre chose qu'une argile dont ils se servent pour polir les glaces, et qu'ils mêlent à leur tabac pour lui donner cette couleur rougeâtre qui le distingue; cette même substance entre avec le piment dans la plupart de leurs mets. Ainsi l'industrie humaine a su varier presqu'à l'infini l'emploi d'une matière répandue avec tant de profusion sur la terre.

On désigne sous le nom de *marne*, en minéralogie, une substance essentiellement composée d'argile et de calcaire, ou, si l'on veut, de silice, d'alumine, de chaux et d'acide carbonique, en proportion variable, malgré son apparence homogène. Ses principaux caractères extérieurs sont : un

aspect terreux, une texture lâche, très-peu de dureté, enfin une solidité qui varie jusqu'à la friabilité. Elle jouit aussi, comme l'argile, de la faculté de faire pâte avec l'eau.

Suivant une loi qui s'applique à toutes les substances qui forment l'écorce de notre globe, les marnes les plus différentes passent de l'une à l'autre par des nuances insensibles, cependant on les divise en trois espèces principales : la *marne argileuse*, la *marne calcaire* et la *marne sableuse.*

La marne argileuse, plus argileuse que calcaire, forme trois variétés : la *schistoïde* est ainsi appelée de sa structure schisteuse et de sa facilité à se diviser en feuillets minces. La *compacte* est presque toujours solide, onctueuse au toucher. La marne *figuline*, d'une ténacité qui la rapproche de l'argile, facile à délayer dans l'eau, est très-recherchée pour les fabriques de faïence, et fort connue sous le nom d'argile à potier.

La marne calcaire, plus calcaire qu'argileuse, se distingue comme la précédente en plusieurs variétés. La marne schistoïde, tendre et facile à se diviser en feuillets, se délaie aisément dans l'eau, mais ne s'y met point en pâte. La marne *compacte* ne fait pâte avec l'eau que lorsqu'elle a été longtemps broyée; elle est blanche, et s'emploie souvent dans la fabrication de la porcelaine tendre. Cette marne affecte, par l'effet du retrait, une disposition particulière qui présente la réunion de six pyramides à quatre faces striées parallèlement aux côtés de la base et rapprochées à leur sommet. La marne *friable*, quelquefois dure à la sortie de ses bancs, mais prompte à se déliter à l'air, où elle devient tendre et facile à se réduire en poudre, est le calcaire le plus récent des environs de Paris. La marne sableuse se délaie facilement dans l'eau; elle ne pourrait être distinguée en variétés que si l'on prenait pour caractères les différentes nuances et la quantité de sable qu'elle présente.

L'usage de marner les terres remonte à la plus haute anti-

quité. Cependant, malgré son utilité reconnue, on ne pourra le pratiquer avec tout le succès désirable que lorsque de nombreux essais, faits avec sagacité, auront prouvé quelle est son action directe sur les terres et sur les végétaux. L'opinion la plus répandue est que le marnage modifie l'aridité ou la ténacité d'un terrain, de manière que les marnes argileuses paraissent convenir aux terres trop légères, et que les marnes calcaires produisent un effet salutaire sur les terres grasses. Mais si, comme l'ont observé quelques savans, l'action des marnes sur un sol a pour résultat l'absorption de l'oxigène de l'air, ou si les végétaux y puisent l'acide carbonique nécessaire à leur nutrition, on conçoit combien il y aurait encore d'études à faire pour calculer tous les effets du marnage (1).

Le *schiste*, par sa texture terreuse et terne, et par sa structure feuilletée, est le type des roches schisteuses, soit parce qu'elles en ont la structure, soit parce qu'il en forme la base. Quelques schistes sont utilisés dans les arts et l'industrie : le *schiste argileux* est nommé vulgairement *pierre à l'eau*, parce qu'on l'emploie avec de l'eau pour préparer certains métaux à recevoir le poli; le *schiste ardoise*, par la facilité avec laquelle il se divise en feuillets minces, est employé à la couverture des édifices; le *schiste coticule*, plus dur que les précédens, use le fer, pourvu que celui-ci ne l'attaque pas avec une partie pointue ou anguleuse; il se compose de deux lits, l'un jaune et l'autre noir : le premier sert à affiler les rasoirs, et le second, les couteaux.

L'*ampélite* est une roche feuilletée noire, qui se divise en deux variétés : l'*ampélite alumineux* renferme du soufre, du fer et de l'alumine : aussi fournit-il au commerce une grande quantité d'alun et de sulfate de fer; l'*ampélite graphique* est assez tendre pour se laisser couper facilement : on en fait

(1) Voyez nos articles *Argile* et *Terrains*, dans l'Encyclop. moderne.
J. H.

des crayons, connus sous le nom de *pierre d'Italie;* c'est aussi ce que les menuisiers et les maçons appellent *pierre noire.*

Plusieurs métaux autopsides (1) forment, dans le sein de la terre, des couches assez épaisses et des amas assez puissans pour être considérés comme roches; tels sont la *calamine*, qui comprend le carbonate et le silicate de zinc; le *cuivre pyriteux*, ou le sulfure de ce métal; le *manganèse terne*, ou l'oxide de manganèse; la *pyrite*, ou le sulfure de fer; l'*aimant*, combinaison de péroxide et de protoxide de fer, qui forme des montagnes entières en Suède, en Norvége, dans l'Asie septentrionale et au Brésil; le *fer oligiste*, ou le péroxide de fer; la *limonite*, ou l'hydrate de fer, et la *sidérose*, ou le carbonate de fer. Enfin l'anthracite, la houille, le lignite et la tourbe, peuvent être regardés comme des *roches combustibles.*

Maintenant que nous connaissons les minéraux et les roches qui composent l'écorce terrestre, nous allons examiner leurs dispositions.

(1) C'est-à-dire qui *s'offrent sous leur véritable aspect.* (Αυτος, soi-même; οψις, aspect.)

LIVRE TRENTE-SIXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la disposition des parties solides de la Terre. — Première section : de la Stratification des Roches, des Bancs, des Lits qui les divisent; des Amas; des Filons métalliques; des Brèches osseuses; des Cavernes à ossemens.

Lorsque les eaux de l'antique Océan couvraient toutes les régions de la terre aujourd'hui habitée, elles formèrent différens dépôts qui se disposèrent par couches parallèles, comme tous les sédimens qui se précipitent au fond des eaux. Ces divisions parallèles sont appelées *strates* (1) dans le langage scientifique, et l'on donne le nom de *stratification* à la disposition générale de toutes les strates.

On conçoit que si les couches sont horizontales, elles prouvent que la masse minérale à laquelle elles appartiennent est encore dans la même position que lorsqu'elles ont été déposées : c'est ce qu'on appelle *stratification régulière;* si les couches sont contournées dans différens sens, la stratification est appelée *irrégulière :* elles présentent quelquefois de larges fissures qui s'étendent sur une longueur considérable et auxquelles on a donné le nom de *failles.* Ces failles sont évidemment le résultat des changemens de niveau dans une partie des couches. Les strates présentent beaucoup de variété dans leur position : souvent, après avoir gardé sur un espace plus ou moins considérable leur horizontalité, elles s'inclinent, puis se relèvent et redeviennent horizontales; quelquefois elles sont contournées en formant des ondulations, comme on le voit dans certaines montagnes où les couches s'élèvent d'un côté dans le sens de la pente, se courbent au sommet et redescendent vers la pente oppo-

(1) Du mot latin *stratum* (couche).

sée; d'autres fois elles sont repliées et brisées en zigzags, ainsi que le démontrent les couches houillères de Valenciennes. L'inclinaison des couches varie de manière à former des angles de plus en plus ouverts, depuis 10 degrés jusqu'à 80.

Lorsque deux systèmes de couches sont placés l'un sur l'autre en conservant le même parallélisme, on dit que ces systèmes sont en *stratification concordante;* dans le cas contraire, ils sont en *stratification discordante*, ou *transgressive.* Dans ce dernier cas, il est évident que le système inférieur a éprouvé un soulèvement, un affaissement, un bouleversement quelconque avant que le supérieur s'y soit déposé. On voit par là combien dans les observations géologiques il est important d'étudier la stratification des terrains d'une contrée.

Il y a des roches qui ne présentent point de stratification: tels sont le granite porphyroïde, le pegmatite, l'euphotide, l'ophiolite, le spilite, le mélaphyre, le porphyre, le mimophyre, le trachyte et le basalte. Mais ces deux dernières roches, et principalement le basalte, affectent la division prismatique. Tout le monde connaît les majestueuses colonnades que présente cette roche dans tous les pays qui ont été le théâtre d'une antique volcanisation. En France le pavé des Géans à Chenavari, à Vals et à Rigaudel; dans les îles Hébrides, en Ecosse, la célèbre grotte de Fingal, et le cirque basaltique de Mull; dans le comté d'Antrim en Irlande l'immense amas de colonnes basaltiques appelé aussi le pavé des Géans, en offrent de remarquables et célèbres exemples.

« On considère comme *masses non stratifiées*, dit un habile géologue (1), les parties de l'écorce du globe qui présentent une épaisseur considérable sans être divisée par des joints de stratification; mais deux circonstances sont cause

(1) D'*Omalius d'Halloy :* Élémens de Géologie. — 1831.

qu'il est souvent très-difficile de distinguer ces masses de roches stratifiées : la première, c'est qu'elles peuvent n'être que des couches d'une épaisseur considérable; la seconde, c'est qu'étant ordinairement traversées par une grande quantité de fissures, il est très-difficile de savoir si, parmi les joints que l'on aperçoit, il n'y en a pas qui soient le résultat de la stratification. »

Quoique parmi les roches qui n'offrent point de traces de stratification il s'en trouve qui affectent la forme prismatique, ce n'est pas à dire pour cela que ces deux manières d'être se repoussent mutuellement; elles sont au contraire quelquefois réunies : ainsi dans les masses de gypse de Montmartre, les couches appelées *hauts piliers* par les ouvriers, joignent à la division en strates, la structure prismatique.

Nous avons vu plus haut que les mots *strate* et *couche* avaient la même signification; quelquefois on les emploie comme synonymes de *bancs* et de *lits*. Cependant nous croyons utile de préciser ce que l'on doit entendre par ces diverses dénominations. Les strates ou couches désignent les grandes divisions d'un terrain ou d'une formation; les *bancs* sont les subdivisions des strates; les lits peuvent être considérés comme les subdivisions des bancs. Prenons pour exemple le calcaire des environs de Paris : les carriers y distinguent différens bancs plus ou moins durs, et l'on doit dire que plusieurs de leurs dénominations, très-bien comprises des architectes, ont passé dans le langage scientifique. Le calcaire grossier parisien est partagé en *strates* ou *couches*, parmi lesquelles on distingue le *banc vert* des ouvriers, auquel succèdent les *bancs* à lucines et à cérithes, qui doivent leur nom à la présence de ces deux genres de coquilles, et ces bancs sont séparés ou recouverts par des *lits* de marne.

Nous venons de donner une idée de la disposition générale qu'affectent les roches; voyons maintenant quelle est

celle des métaux que l'on y exploite. Ils s'y présentent en *couches*, en *amas*, en *nids*, en *filons* et en *veines*.

Une *couche* minérale est une masse étendue en longueur et en largeur sur une faible épaisseur; elle est parallèle à la stratification et paraît être contemporaine de la masse qui la renferme. Les diverses espèces de fer, le plomb sulfuré et le cuivre pyriteux, se présentent fréquemment en couches. Les *amas* sont des couches d'une médiocre étendue, mais d'une épaisseur considérable, c'est ce qui leur a fait quelquefois donner le nom d'*amas couchés;* la calamine, le cuivre pyriteux, le manganèse oxidé et le fer, constituent de semblables amas; les montagnes de fer magnétique ne sont même que des amas d'une grande proportion. Lorsque les amas sont peu considérables et disséminés dans la roche, on les appelle *nids*.

Voici l'idée qu'un de nos savans donne des amas métalliques : « Les amas sont ordinairement intercalés dans des masses de nature différente, et alors ils ont souvent la forme de boudins, d'œufs ou de lentilles, mais dans des proportions gigantesques; d'autres fois ils sont déposés à la surface du sol, et alors ils prennent souvent la forme de nappes, de bateaux, de poches (1). »

Ce qui prouve que les filons et les veines sont d'une formation postérieure à celle des couches, des amas et des nids, c'est qu'ils coupent transversalement dans leur épaisseur les strates qui les renferment. On pourrait les considérer comme des fissures ou des fentes qui auraient été remplies par des substances métalliques. Les parties non métalliques qui forment la masse principale d'un filon portent le nom de *gangue*. Les *veines* ne sont que de très-petits filons; elles sont tantôt droites, tantôt contournées, tantôt simples, tantôt ramifiées; elles se croisent et se coupent de mille manières et traversent certaines roches

(1) D'*Omalius d'Halloy :* Élémens de Géologie.

dans tous les sens. Les mineurs allemands donnent le nom de *stockwerk* à une réunion de filons ou de veines qui pénètrent dans un massif en affectant la forme d'un réseau, les veines de certains marbres en peuvent donner une idée. Les minéralogistes ne sont pas d'accord sur l'âge de ces réseaux : les uns les regardent comme contemporains de la roche qui les recèle, d'autres prétendent qu'ils sont postérieurs : ce qui paraît plus probable.

On a aussi donné le surnom de *fragmentaires* à des filons composés en général de fragmens plus ou moins gros de diverses substances. Ils semblent avoir leur plus grande largeur vers la surface de la terre et aller en se rétrécissant sans atteindre à de grandes profondeurs.

« Les uns sont presque exclusivement composés de fragmens de roches unis par un ciment pierreux, tels sont ceux qui traversent plusieurs massifs calcaires des bords de la Méditerranée, et qu'on connaît sous le nom de *brèches osseuses*, parce qu'ils sont composés d'une espèce de calcaire brèche, renfermant des ossemens de mammifères. D'autres fois ils sont composés d'argile, d'ocre, de fer hydraté terreux renfermant des noyaux, des géodes, des blocs, et quelquefois des amas de fer hydraté, de galène, de calamine, de phtanite et d'autres substances : tels sont les principaux gîtes de minerais de fer du sud-est des Pays-Bas. Du reste, il y a une telle liaison entre ces filons, les autres dépôts fragmentaires, les filons proprement dits, les amas couchés et les couches, qu'il est souvent impossible de dire à quelle catégorie appartient certain gîte (1). »

Cependant il est à remarquer que la grande différence qui existe entre les véritables filons et les brèches osseuses, sous le rapport de leur origine, c'est que les premiers paraissent avoir été remplis de bas en haut par la matière métallique, probablement à l'état de sublimation, tandis

(1) D'*Omalius d'Halloy* : Élémens de Géologie.

que les seconds ont été formés de haut en bas à l'aide des eaux qui entraînèrent les débris dont ils sont composés.

Une cause analogue à celle qui a produit ces sortes d'alluvions, transformant en vastes cimetières certaines cavités souterraines, a donné de la célébrité à la caverne de Gailenreuth en Bavière, à celles de Kirkdale et de Kuhloch en Angleterre, à celle de Lunel-vieil en France, et à plusieurs autres que nous aurons occasion de citer ou de décrire dans cet ouvrage, et dont le sol argileux est en quelque sorte pétri d'une innombrable quantité d'ossemens d'animaux perdus, ou qui ne vivent plus dans nos régions tempérées.

LIVRE TRENTE-SEPTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Disposition des parties solides de la Terre. — Deuxième section : des Terrains et des Formations.

Les divers dépôts ou les roches qui forment l'écorce solide du globe, loin de se mêler arbitrairement se présentent dans un ordre tel, que pour peu que l'on en étudie la succession, on peut à l'inspection d'une roche, dire quelle doit être celle qui la supporte et celle qui la recouvre lorsque cet ordre n'est point interrrompu par des lacunes plus ou moins importantes. L'association d'un certain nombre de roches constitue un groupe auquel on donne le nom de *formation;* plusieurs formations constituent un *terrain.* Mais il en est des roches comme des êtres organisés : les animaux et les végétaux passent des uns aux autres par des nuances presqu'insensibles, et le règne animal est tellement uni par une longue série de chaînons au règne végétal, que vers les points de contact des deux règnes, leurs caractères semblent se confondre. De même, lorsque l'on passe d'un terrain à un autre sans interruption, on voit les roches qui forment le caractère principal du premier de ces groupes, commencer à alterner avec celles qui caractérisent le second, et celles-ci devenir successivement plus abondantes à mesure que les autres diminuent ou cessent tout-à-fait. « Il résulte de là, dit M. d'Omalius d'Halloy, que toutes les divisions établies pour classer les terrains, ont éprouvé beaucoup de variations, et que les géologistes sont si peu d'accord à ce sujet que chacun d'eux a pour ainsi dire sa méthode particulière. »

Au lieu donc d'adopter la méthode Wernerienne par la-

quelle on divise les terrains en *primitifs*, *intermédiaires*, *secondaires* et *tertiaires*, dont un grand nombre de géologistes ont reconnu les inconvéniens, au lieu d'employer la nomenclature de M. d'Omalius d'Halloy, au lieu d'adopter celle de M. Al. Brongniart à laquelle on pourrait peut-être faire le reproche d'être trop savante, nous nous servirons de celle que nous avons proposée ailleurs, parce qu'elle nous semble facile à comprendre et propre à se coordonner avec toutes les autres.

Nous divisons les terrains en trois grandes séries que nous appelons *métazoïque*, c'est-à-dire postérieure à la création des êtres organisés; *prozoïque*, ou antérieure à ces mêmes êtres; et *typhonienne*, ou formée de roches d'origine ignée. Les deux premières se divisent en *terrains* et en *formations*, la troisième en *terrains* et en *époques*. L'ordre dans lequel nous venons de nommer ces séries annonce qu'à l'exemple de plusieurs géologistes nous rangeons les terrains et les formations en commençant par les plus récens. Cette marche semble plus naturelle que la marche contraire, puisque, par les phénomènes qui se pressent pour ainsi dire sous nos yeux dans les formations modernes, nous pouvons nous rendre plus facilement compte de ceux qui se sont développés dans les anciennes époques géologiques. Cette méthode est d'ailleurs conforme à l'ordre de superposition que présenteraient les différentes couches de l'écorce terrestre, si elles se trouvaient réunies toutes sur un point quelconque de notre planète.

SÉRIE MÉTAZOÏQUE.

TERRAINS MODERNES.

Formation madréporique. — Les polypiers pierreux, appartenant à la famille des madrépores, et notamment au genre astrée, qui construisent autour des îles de l'Océanie des *récifs* quelquefois funestes aux navigateurs, contri-

buent journellement à l'accroissement de certaines masses calcaires qui tendent à envahir plusieurs plages des régions équatoriales. Dans la mer Rouge les dépôts que forment ces petits animaux marins sont assez considérables pour que l'on puisse en extraire des pierres d'un volume énorme.

Formation tourbeuse. — La tourbe se dépose dans les marais, les étangs et les lacs : les plaines basses et sableuses de la Belgique, de la Hollande et de la basse Allemagne; le bassin de la Somme en France, et même quelques plateaux où séjournent les eaux, sont favorables à l'accumulation de cette substance. Elle atteint quelquefois une épaisseur de plus de 20 pieds. Dans ces dépôts importans elle présente trois modifications principales, depuis sa superficie jusqu'au-dessous de la masse : la première n'est qu'un tissu de parties végétales encore fort reconnaissables, renfermant de petites coquilles terrestres et aquatiques; la seconde n'offre plus que quelques filamens végétaux, et la troisième qu'une substance noire compacte quoique tendre et ne renfermant plus de parties reconnaissables. C'est cette dernière qui est préférée comme combustible. Outre les coquilles dont nous venons de parler on trouve dans la tourbe des ossemens d'animaux qui appartiennent principalement à des espèces vivantes, et quelquefois même des monumens de l'industrie humaine.

Formation détritique. — La distinction de cette formation a été faite avec raison par un habile géologiste (1). Elle comprend les détritus de divers corps organisés et de plusieurs roches qui diffèrent selon les localités. C'est à elle qu'appartient la couche mince et superficielle de *terreau* ou de *terre végétale* qui s'augmente lentement par les débris des végétaux qui ornent la surface de la terre. Elle se compose aussi de ces dépôts terreux qui ressemblent à la terre végétale, mais qui ne sont pas propres à la végétation, et qui se

(1) M. d'*Omalius d'Halloy* : Élémens de Géologie.

forment par la décomposition des roches schisteuses et feldspathiques; de ces *éboulis* qui composent le talus des montagnes et qui ne sont souvent formés que de fragmens d'autres roches. Les dépôts détritiques renferment souvent des ossemens d'animaux, des coquilles terrestres et des bois à l'état charbonneux, ainsi que des fragmens d'objets appartenant à l'industrie humaine.

Formation alluvienne. — Cette formation est facile à confondre avec la précédente si l'on n'a pas l'attention de considérer sa position bien différente, puisqu'au lieu de s'étendre, comme la *formation détritique*, sur les plateaux et les flancs des montagnes, elle occupe les vallées et les plaines placées à l'embouchure des fleuves et sur les bords de la mer; aussi la divise-t-on en *fluviatile* et *marine*.

Les dépôts alluviens fluviatiles se composent de limon ou d'une terre argileuse qui renferme souvent assez de terreau pour former une excellente terre végétale; de petits fragmens de roches roulés auxquels on donne le nom de *sable de rivière;* de cailloux arrondis, de blocs même assez volumineux. On trouve aussi dans ces dépôts, des corps organisés appartenant au règne animal et au règne végétal; des arbres entiers tantôt à l'état charbonneux et d'autres fois assez bien conservés pour pouvoir être employés dans les arts. Les alluvions ou les atterrissemens qui forment les Delta du Nil, du Rhône et du Gange, les amas sablonneux à l'embouchure de l'Escaut et de la Meuse, et ceux dans lesquels va se perdre le Rhin et qui constituent le sol de la Hollande, appartiennent à la formation alluvienne.

Les dépôts alluviens marins se composent de l'accumulation des galets sur certaines plages, de ces petites collines de sable qu'on appelle dunes, de ces agglomérations de cailloux roulés qui forment de véritables poudingues, et que l'on observe sur les bords de la Manche, aux environs

de Caen, enfin de ces dépôts de coquilles, comme on en voit un sur la plage du Havre, entre l'entrée du port et les phares.

Formation tuffacée. — On peut diviser cette formation en terrestre et marine. Dans la formation tuffacée terrestre, nous rangerons quelques uns de ces travertins exploités aux environs de Rome; le calcaire que déposent les eaux des cascades de Tivoli, celui que forment journellement certaines sources analogues à celle de Saint-Alyre à Clermont-Ferrand; les incrustations et les sédimens laissés par certaines eaux courantes des environs de Provins sur les végétaux qu'elles baignent ou sur le sol qu'elles parcourent, et tant d'autres exemples du même genre.

La formation tuffacée marine comprend les dépôts calcaires qui couvrent le fond de quelques mers : tel est le calcaire grossier qui se forme à la baie des Chiens Marins dans la Nouvelle-Hollande, par l'agglomération de débris de coquilles et de coquilles entières qui vivent dans les parages de cette vaste terre australienne; tel est encore le dépôt calcaire qui se forme près des côtes dans les Antilles, et principalement au port du Moule à la Guadeloupe où cette roche, composée de débris de coquilles et de madrépores, renferme quelquefois des squelettes humains et des débris de vases et d'autres objets fabriqués.

Formation concrétionnée. — On pourrait comprendre sous cette dénomination les dépôts de stalactites et d'albâtre formés par infiltration sur les parois des cavernes qu'ils finissent par combler.

Formation siliceuse. — Les dépôts siliceux abandonnés par les eaux de quelques sources chaudes, telles que celles du Mont-Dor, et, sur une plus grande échelle, celle du Geyser en Islande, forment évidemment une classe à part.

Formation arénacée. — Ne doit-on pas donner ce nom à ces amas de sable et de gravier réunis par un ciment cal-

caire, qui se forment près des côtes de quelques golfes, et dont une roche, observée par Saussure près du phare de Messine, et assez solide pour être employée à faire des meules, offre un exemple remarquable?

Formation salifère. — Nous comprenons dans cette classe les efflorescences de natron et de borax qui se déposent au fond des lacs de quelques parties de l'Asie et de l'Afrique.

TERRAINS DILUVIENS.

Ces terrains paraissent devoir leur origine à de grandes inondations qui ont entraîné avec des débris de différentes roches les ossemens des animaux qui couvraient la terre avant l'époque de ces catastrophes. La plupart de ces animaux ne vivent plus aujourd'hui dans les contrées dont le sol est jonché de leurs dépouilles. Ce qui distingue ces terrains de transport anciens de ceux qui appartiennent à l'époque moderne, c'est qu'ils s'étendent ordinairement sur des lieux trop élevés pour que les cours d'eaux actuels aient jamais pu les couvrir. Nous les diviserons en quatre formations assez tranchées, bien que ces terrains offrent des caractères particuliers selon les localités où on les observe, et que plusieurs par ces caractères puissent être classés à la fois dans différentes formations.

Formation limoneuse. — Elle se compose de limons formés d'argile et de sable, ou d'argile et de tourbe. Les collines argileuses et sablonneuses du Val d'Arno en Toscane, qui recèlent, à 200 pieds au-dessus du niveau de l'Arno, des ossemens de rhinocéros et d'autres grands animaux, appartiennent à cette formation.

Formation détritique. — Cette formation comprend 1° des dépôts de gravier, de cailloux roulés, des masses de grès et de poudingues, comme ceux qui, dans les environs de Paris, s'étendent depuis l'embouchure de l'Orge dans la Seine jusqu'à Rosny, sur le bord de ce fleuve; 2° les sables et les

masses de roches granitiques qui couvrent la Westphalie, le Hanovre, le Holstein, le Mecklenbourg, le Brandebourg, les rivages et les plaines de la Poméranie, de la Prusse et d'une partie de la Pologne, et qui reposent sur le sol depuis une époque antérieure au creusement du bassin de la mer Baltique, puisque ces roches ont été arrachées aux flancs des montagnes de la Scandinavie jusqu'au pied desquelles s'étendent ces mêmes dépôts. Dans les grandes vallées de la France, de l'Italie et de l'Allemagne, les dépôts détritiques diluviens renferment des débris d'animaux; mais les plaines qui bordent la Baltique paraissent en être entièrement dépourvues.

Formation calcaréo-marneuse. — Dans cette formation nous rangerons les limons argileux contenant des ossemens de carnassiers ou de ruminans qui remplissent certaines cavernes, et les argiles calcarifères, quelquefois ferrugineuses, presque toujours solidifiées et pétries de débris de rongeurs et de divers mammifères, dépôts qui ont reçu le nom de *brèches osseuses.*

Formation plusiaque.—Cette formation dont le nom, donné par M. Al. Brongniart, fait allusion aux attributs du dieu de la richesse, se compose de sables plus ou moins argileux, mêlés de gravier et de petits cailloux roulés, contenant des diamans, des topazes, et d'autres pierres précieuses, et donnant lieu par leur richesse métallique, à des exploitations d'une grande importance : tels sont les terrains de transport qui servent de gisement aux diamans dans l'Inde, aux diamans et aux topazes du Brésil, et même en Sibérie, au pied des monts Ourals, ainsi que vient de le constater M. de Humboldt; tels sont encore les terrains d'où l'on tire, par le lavage, de l'or en grains et en paillettes dans l'Abyssinie, de l'or et du platine au Brésil et à la Colombie, ainsi qu'en Sibérie, où l'on a plusieurs fois recueilli des masses d'or du poids de plusieurs kilogrammes.

TERRAINS DE SÉDIMENS SUPRA-SUPÉRIEURS.

Formation littorale. — Les terrains récemment étudiés qui appartiennent à cette époque, annoncent, par l'analogie des débris marins qu'ils contiennent, le dernier séjour des mers sur nos continens. Plusieurs amas de gravier coquillier, observés en France sur les côtes des départemens de la Vendée et de la Charente-Inférieure (1); d'autres sur les bords de la Manche; en Suède, près d'Uddevalla; en Italie, près de Nice; en Turquie, dans la presqu'île de Gallipoli; en Sicile, près de Catane; dans la Grande-Bretagne, près des côtes d'Ecosse; en Russie, dans les steppes qui avoisinent la mer Caspienne; en Afrique, près du cap de Bonne-Espérance; en Amérique, sur la côte de Valparaiso, semblent appartenir à cette époque. Il en est de même des dépôts coquilliers, connus, dans le bassin de la Loire, sous le nom de *faluns*, si utiles à l'agriculture pour l'amendement des terres (2); et des sables ferrugineux, également coquilliers, des environs de Suffolk et de Norfolk en Angleterre. On peut y comprendre les couches de sable jaunâtres, calcaires à débris de coquilles marines, les bancs de *calcaire moellon*, et les marnes de quelques localités du département de l'Hérault (3).

TERRAINS DE SÉDIMENS SUPÉRIEURS.

Formation marno-siliceuse-lacustre. — Dans un grand nombre de localités, principalement aux environs de Paris, cette

(1) M. *Fleuriau de Bellevue :* Observations géologiques sur les côtes de la Charente-Inférieure et de la Vendée, et Description des buttes coquillières de Saint-Michel en l'Herm. Journal de physique de juin 1814, tom. LXXVIII, et Journal des mines, tom. XXXV.

(2) M. *J. Desnoyers :* Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récens que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte. Annales des sciences naturelles, tom. XVI.

(3) M. *Marcel de Serres :* Géognosie des terrains tertiaires, etc., Montpellier, 1829.

formation, composée de marne blanche remplie de coquilles d'eau douce, de silex meulières et de silex compactes coquilliers, constitue les premières assises de ces terrains. Les anciens calcaires travertins des environs de Rome et de Sienne paraissent appartenir à cette même formation, qui n'est probablement que le résultat de sédimens déposés au fond des lacs qui occupaient de petits bassins sur le sol que l'Océan avait précédemment recouvert ou à l'embouchure des fleuves.

Formation marno-sableuse marine. — Des masses de grès placées sur un puissant dépôt de sable micacé, reposant lui-même sur un banc d'huîtres et sur des couches peu épaisses d'autres coquilles marines, sont les principales parties de cette formation.

Formation marno-gypseuse. — Entre des marnes d'eau douce renfermant des tiges de palmier fossile et un calcaire lacustre siliceux que l'on remarque sur le bord de la Seine à Saint-Ouen, se trouve intercalée la masse de gypse exploité à Montmartre, à Belleville, à Montmorency, au Mont-Valérien et dans d'autres localités des environs de Paris. Dans son ensemble cette formation a plus de 100 mètres d'épaisseur.

Ces trois formations souvent réunies constituent, dans le bassin de Paris, des collines peu élevées qui se font reconnaître de loin à leurs pentes rapides et à leurs contours plus ou moins courbés et souvent terminés en cônes.

Formation marine et fluviatile côtière. — Depuis la partie supérieure de cette formation jusqu'aux assises inférieures on voit se succéder, lorsqu'elle est complète, un dépôt de marne calcaire et argileuse, dont les couches sont quelquefois séparées par des couches de sable; un dépôt de sable et de grès contenant des coquilles marines et d'eau douce; une série de bancs calcaires qui, dans les environs de Paris, fournissent une excellente pierre de construction;

sous ces bancs pierreux se trouve intercalé un dépôt de lignite, c'est-à-dire composé de végétaux fossiles et de coquilles d'eau douce. Au-dessous de ce dépôt le calcaire marin devient sableux, friable et parsemé de grains verts qui ne sont que des parcelles de silicate de fer.

Enfin le dépôt le plus inférieur de cette formation se compose de sables et d'argile plastique qui ne renferme jamais de débris de mollusques et d'autres animaux, mais qui contient des restes de végétaux, dont quelques uns sont accompagnés de succin ou d'ambre, espèce de gomme qui suintait de leur écorce, lorsqu'ils ornaient les bords des grands lacs d'eau marine ou des golfes dans lesquels ces différens dépôts se formaient.

En Angleterre cette formation est représentée par un dépôt d'argile remplie de coquilles marines. Dans plusieurs localités de la France méridionale elle l'est par un dépôt de poudingues et de brèches composés de fragmens de grès et de toutes sortes de roches; en Italie, par des sables rouges et des marnes bleues.

TERRAINS DE SÉDIMENS MOYENS.

Formation crétacée. — La craie, qui constitue la partie supérieure des formations de cette époque, sert à distinguer facilement celle-ci. La craie blanche à silex pyromaques noirs, employés pour battre le briquet; la craie jaunâtre ou tufeau à silex blonds; la craie bleue et la craie mélangée de grains ferrugineux verdâtres ou la craie chloritée, s'offrent successivement du haut en bas. Des marnes argileuses d'un bleu grisâtre et des sables verts succèdent à ces diverses espèces de craie, et forment avec celles-ci une masse totale d'environ deux cents mètres d'épaisseur. Les dépouilles de mollusques marins qu'on y trouve en abondance sont presque toutes totalement différentes de celles des époques précé-

dentes. Dans plusieurs localités, ces bancs crayeux renferment des couches de calcaire compacte.

Les montagnes appartenant à l'époque crétacée en France, en Angleterre et dans la Suède méridionale, sont toujours arrondies ou terminées par de grands plateaux; les escarpemens y sont rares, leurs flancs sont rapides, leurs vallées peu larges, mais profondes.

Formation argilo-arénacée. — Cette formation, à laquelle on donne aussi le nom de *grès vert*, paraît être celle d'un grand dépôt lacustre, à en juger par les restes organiques qui la caractérisent. Les roches qui y dominent sont des sables et des grès ferrugineux, des masses d'argile de plus de cent toises de puissance, et, dans la partie inférieure, des couches de calcaire argileux, alternant avec des marnes. Les dépôts qui lui appartiennent se montrent en France depuis l'embouchure de la Seine jusque près de Caen; en Angleterre, sur les côtes de la Manche; en Savoie, au pied des Alpes; en Allemagne, dans la Bavière, la Westphalie et le Hartz.

Les montagnes formées de ces roches sont généralement aplaties et peu élevées : elles ont une tendance marquée à former des plateaux et des plaines étendues, surtout dans les pays qui entourent le bassin de Paris.

Formation oolitique. — Le nom d'*oolite* a été donné à un calcaire composé de petits grains ressemblans à des œufs de poissons. Ce calcaire peut servir à caractériser une formation à laquelle appartiennent des dépôts d'une grande étendue, entre autres presque toute la chaîne du Jura. Ils se composent, depuis leur sommet jusqu'à leur base, d'abord d'un calcaire lamellaire, puis d'un calcaire à petits grains, exploité en Angleterre comme pierre de construction, et de marne argileuse, contenant quelquefois des couches de calcaire.

M. Rozet, ingénieur-géographe, qui a étudié cette formation dans les environs de Boulogne, a remarqué qu'elle a,

comme en Angleterre, 180 à 200 pieds d'épaisseur, et qu'elle forme des collines évasées, souvent terminées par des plateaux; que les escarpemens y sont rares; que les vallées se coupent sur des angles ouverts, et qu'elles sont plus évasées et à pentes plus douces que celles de la craie.

Au-dessous de la formation précédente se présentent un calcaire rempli de madrépores, des marbres coquilliers connus sous le nom de *lumachelles*, des sables ferrugineux, une marne bleue très-épaisse, en France comme en Angleterre, et recélant des restes de reptiles gigantesques, des calcaires grenus appelés *dolomies*, des calcaires tantôt schisteux, tantôt compactes, tous oolitiques, fournissant la pierre lithographique; du calcaire à polypiers; de calcaires entièrement formés d'oolites, mais en renfermant qui sont quelquefois siliceuses, et d'autres fois ferrugineuses, séparées par des dépôts argileux, et reposant sur des marnes et des grès.

On doit encore à M. Rozet des renseignemens sur l'aspect qu'offrent les montagnes appartenant à la partie inférieure de cette formation. Il a remarqué que lorsque les couches sont horizontales ou peu inclinées, ces montagnes sont terminées par de longs plateaux légèrement en pente vers les vallées; mais lorsque les couches sont très-inclinées, les montagnes offrent un escarpement d'un côté et une pente de l'autre. Au pied de chaque escarpement règne un talus plus ou moins élevé, dominé par des roches quelquefois très-hautes, représentant des formes bizarres, et prenant de loin l'aspect de grandes murailles flanquées de tours.

TERRAINS DE SÉDIMENS SUPRA-INFÉRIEURS.

Formation liasique. — Cette formation, appelée *lias* par les Anglais, comprend une masse importante de marne d'un gris-bleuâtre, reposant sur des couches de calcaire, de grès

et de schistes argileux. On trouve aussi dans les dépôts marneux des ossemens de grands reptiles.

Le *lias* est une roche argilo-calcaire d'un gris plus ou moins bleuâtre, à pâte plutôt serrée que compacte, à cassure généralement terne, quoiqu'on y voie quelquefois briller de petites lamelles spathiques, et donnant une forte odeur argileuse lorsqu'on l'humecte. Ce calcaire a aussi été appelé *calcaire à gryphées*, parce que parmi les corps organisés qu'il renferme, la coquille appelée *gryphée-arquée* y abonde et le caractérise.

L'argile domine dans les assises inférieures de cette formation; mais plus on remonte vers la partie supérieure, plus les lits de calcaire marneux deviennent puissans et nombreux.

Quelques variétés de lias ont une cassure conchoïde; d'autres peuvent prendre un beau poli, et être exploitées comme marbre; enfin il en est qui sont blanchâtres, et qui peuvent être employées comme pierre lithographique.

La formation liasique occupe de larges plaines au pied des montagnes de la précédente. Les aspérités qu'elle présente constituent de grands plateaux escarpés d'un côté et en pente de l'autre. Ces plateaux sont sillonnés par des vallées étroites. Les monts isolés qu'elle présente se font reconnaître à leur forme : comme les bancs pierreux y sont superposés à la masse argileuse, la partie supérieure offre des flancs abruptes ou à pentes rapides, tandis que l'inférieure présente des contours arrondis.

Formation salifère-keuprique. — Ce qui donne une grande importance à cette formation, c'est qu'elle comprend le gisement du sel gemme, et qu'elle donne naissance à des sources salées. Elle se compose d'abord d'un grès à grain fin, nommé *keuper* par les Allemands, et renfermant des empreintes de végétaux : ce grès alterne avec des argiles et des marnes blanches, grises, rouges, violettes, bleues et

vertes, ce qui leur a valu le surnom d'*irisées;* de divers dépôts irréguliers de gypse, de grès, de dolomies, au-dessous desquels reposent des couches de ces différentes roches alternant avec des bancs de sel.

Les montagnes appartenant à cette formation ont tous les caractères extérieurs de celles de la formation oolitique.

Formation salifère-conchylienne, composée en grande partie du calcaire compacte appelé *muschelkalk* par les Allemands, de calcaire marneux et de sel gemme.

Ce calcaire est compacte, à cassure unie, mate, et souvent un peu écailleuse. Sa couleur est généralement le blanc grisâtre ou jaunâtre, et quelquefois le gris-de-fumée. Cependant ces caractères conviennent plus particulièrement aux premières assises de ce dépôt; car les secondes, qui en sont séparées par un grès argilifère et quarzeux (*quaders andstein* des Allemands), se distinguent par une cassure inégale et par des nuances qui varient du blanchâtre au grisâtre, du rosâtre au jaunâtre. L'épaisseur de ses couches diminue graduellement de bas en haut.

Cette formation constitue des montagnes peu élevées, mais des plaines assez étendues; leurs cimes sont ordinairement arrondies et présentent les mêmes ondulations que les couches qui les composent. Quelquefois leur dos est assez long et étroit, ou bien elles forment des collines plates ou légèrement bombées; elles sont sillonnées par de nombreux ravins, dans lesquels on rencontre souvent des groupes de roches disposés d'une manière bizarre ou grotesque.

Formation salifère-silicéo-marneuse. — Des marnes argileuses rouges, grisâtres et jaunâtres, renfermant des gypses, des calcaires magnésiens, et du sel gemme; des roches quarzeuses, ou, si l'on veut, des grès appelés *bigarrés*, parce qu'ils sont de même couleur que les marnes, et remplis de végétaux appartenant à des fougères, des

conifères et des liliacées; d'autres grès plus inférieurs formés de cailloux roulés, réunis par un ciment siliceux et argileux et appelés grès vosgiens, sont les principales roches de cette formation.

Le grès bigarré et celui des Vosges qui en fait partie, peuvent donner une idée de l'aspect qu'offrent les montagnes de cette formation : ce sont des éminences très-élevées qui couronnent souvent des coteaux bordés par des escarpemens. Ailleurs les roches de cette formation constituent tantôt des collines isolées, arrondies, tantôt des montagnes dont les pentes peu escarpées donnent aux paysages un aspect agréable et pittoresque; d'autres fois, des chaînes étroites et peu élevées, mais roides et rapides, disposées presque parallèlement, et dont les flancs sont couverts de rochers.

Formation salifère-calcaréo-magnésienne, composée principalement de calcaires tantôt grenus, tantôt compactes, au milieu desquels se trouvent des couches de gypse, de calcaire magnésien, de houille et de sel gemme, et très-pauvre en débris de corps organisés; des schistes riches en poissons fossiles, et surtout importans par les gisemens de mercure, de marne, de grès et d'argile.

Les calcaires de cette formation constituent des montagnes d'une grande hauteur, dont les flancs sont arides et sauvages, et dont les sommets se terminent par des pics escarpés et des crêtes dentelées; les vallées qui les séparent sont ordinairement étroites, et surtout encombrées par des éboulemens.

TERRAINS DE SÉDIMENS INFÉRIEURS.

Formation houillère. — Elle se compose à sa partie supérieure de roches quarzeuses mélangées, qui, après avoir été long-temps confondues avec les grès, ont reçu de M. Brongniart le nom d'*arkoses* et de pséphites. On

trouve aussi intercalées au milieu de ces roches ordinairement riches en minerais de cuivre, d'autres roches d'une origine ignée; les restes organiques se rapportent à des poissons et à des végétaux.

L'étage inférieur est une suite d'alternances plus ou moins nombreuses d'argiles schisteuses et micacées et de roches quarzeuses ou de grès micacés, que M. Brongniart distingue sous le nom de *psammites*, accompagnés quelquefois de calcaire noirâtre : c'est au milieu de ces roches que se trouve la houille. Les argiles schisteuses, et même les autres roches, renferment de nombreuses empreintes de fougères et de végétaux monocotylédons.

L'étage le plus bas est composé de schistes assez semblables aux argiles précédentes et d'arkoses.

Cette formation constitue de nombreuses collines dont les couches s'enfoncent de tous côtés dans le sol.

Formation calcaire-anthraxifère. — Les calcaires de la formation précédente prennent dans celle-ci un développement considérable : ils sont d'abord d'une couleur grisâtre, d'un grain serré ou légèrement lamellaire, et d'une odeur fétide lorsqu'on les frotte; ils deviennent plus foncés dans les couches inférieures, et même tout-à-fait noirs. Ces derniers contiennent de l'*anthracite*, substance combustible, presqu'entièrement composée de carbone, et facile à distinguer de la houille, par la lenteur avec laquelle elle brûle.

En Angleterre, cette formation atteint un développement tellement considérable, qu'elle dépasse souvent 300 mètres d'épaisseur. Elle constitue des montagnes importantes, terminées par de grands plateaux interrompus par des vallées étroites et des gorges. Ces montagnes ont des flancs escarpés, et sont creusées par de grandes cavernes.

Formation quarzeuse, composée de roches mélangées d'agglomérats de différens fragmens et de roches homo-

gènes. La couleur dominante de quelques grès lui a fait donner le nom de *formation de vieux grès rouge.*

Ces roches forment rarement des montagnes élevées, quoique, dans leur ensemble, elles atteignent une hauteur de 180 à 300 mètres. Mais c'est en Amérique que les chaînes composées de grès rouge acquièrent la plus grande élévation. Suivant M. de Humboldt, elles ont, dans la Nouvelle-Grenade, 1600 à 2000 mètres. Dans la Cordillère de Quito, le grès rouge, sur une longueur de vingt-cinq lieues, couvre, à 2500 ou 3000 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, tout le plateau de Torqui et de Cuença.

En général, les montagnes de grès rouge offrent des sommets arrondis et des pentes assez douces; mais elles présentent quelquefois, comme en Ecosse et dans les Vosges, des escarpemens fort peu inclinés, et des masses coupées d'une manière bizarre et groupées comme des monceaux de ruines.

TERRAINS DE SÉDIMENS INFRA-INFÉRIEURS.

Formation calcaire. — Une roche compacte ou légèrement lamellaire, quelquefois accompagnée de dolomie, et renfermant des couches de schiste et de gypse, ainsi que de l'anthracite, caractérise cette formation. Quelques uns des débris organiques qu'on y remarque, appartiennent à des animaux marins qui n'ont plus d'analogues vivans, et qui ne se trouvent pas dans les formations supérieures.

Les Alpes et les Pyrénées renferment de vastes dépôts de ce calcaire : il y forme des montagnes très-élevées, à flancs escarpés terminés par des pics arides, sur lesquels la végétation est pauvre, faute de terre végétale. Les vallées qui sillonnent ces montagnes sont ordinairement étroites, peu étendues, et jonchées de blocs de rochers qui leur donnent un aspect triste et sauvage.

Formation schisto-quarzeuse.— Cette formation se com-

pose de diverses roches quarzeuses, telles que des quarzites, des psammites, des pséphites, des poudingues, groupées d'une manière très-variée, avec des schistes argileux à débris de plantes monocotylédones, des roches quarzeuses à texture grenue, et remplies de restes organiques; enfin, des roches talqueuses et magnésiennes. Elle est une des plus riches en minéraux, et surtout en filons métallifères.

Ces roches forment des chaînes de montagnes élevées de 400 à 500 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, caractérisées par des flancs très-inclinés et sillonnées par des vallées étroites, dont les angles rentrans et saillans se correspondent.

Formation calcaréo-talqueuse. — Des roches talqueuses et stéaschisteuses, stratifiées, alternant avec des roches calcaires à débris organiques, constituent cette formation que l'on avait confondue avec la formation talqueuse de la série prozoïque : les Alpes de la Savoie, et surtout de la Tarentaise, appartiennent à cette formation.

SÉRIE PROZOÏQUE.

TERRAINS DE CRISTALLISATION.

Quoique les roches et les terrains qui appartiennent à cette série ne paraissent pas suivre un ordre régulier dans leur succession, on les a divisés en différentes formations, que nous réduisons à deux :

Formation talqueuse. — Celle-ci, dont il est d'abord question, comme étant généralement supérieure à l'autre, comprend, autant que des observations toujours difficiles peuvent le faire croire, des granites à petits grains, des schistes talqueux luisans, des schistes micacés ou *micaschistes*, alternant avec des granites, des calcaires grenus et d'autres roches, dont aucune ne renferme des restes d'êtres organisés.

Plusieurs de ces roches se montrent à la superfi-

cie du sol, où elles forment des montagnes d'un aspect différent. Celles de schistes ont des pentes plus rapides; les côtés de leurs vallées s'inclinent d'abord doucement jusqu'à une assez grande profondeur, puis elles se rétrécissent graduellement et deviennent de plus en plus escarpées. Celles des micaschistes n'offrent point de pentes abruptes ni de profondes vallées; leurs contours, un peu arrondis et verdoyans, ne présentent point de saillies fort élevées; leurs sommets offrent ordinairement des plaines étendues. Les chaînes qu'elles forment sont quelquefois disposées par groupes, dont quelques sommets s'élèvent au-dessus de tous les autres; rarement deux sommets placés à peu de distance atteignent la même hauteur. Enfin leurs pentes sont fréquemment disposées en forme de terrasses, et traversées par de nombreux ravins.

Formation micacée. — Cette formation comprend des micaschistes et des gneiss renfermant des couches de calcaire grenu, de calcaire micacé et de calcaire magnésifère, reposant sur des granites. Ils passent même par des nuances insensibles aux roches granitiques.

Les gneiss forment des dépôts d'une grande étendue et des montagnes assez élevées, qui offrent moins de saillies aiguës et des pentes plus escarpées que la plupart des autres roches anciennes. En général on les distingue de celles de granites par leurs contours moins prononcés; elles n'ont point les dentelures et les cimes pointues de celles-ci. Enfin rarement elles présentent ces hautes sommités qui dominent toute une contrée. Ces différences tiennent probablement à la facilité avec laquelle l'action de l'atmosphère décompose le gneiss. Ces montagnes offrent ordinairement de larges vallées; on y voit rarement les précipices et les gorges resserrées qui distinguent les montagnes granitiques. Si le gneiss, au contraire, s'élève graduellement en forme de terrasses, elles présentent alors le même as-

pect que les chaînes de collines, et leur élévation est peu considérable. Ce n'est qu'au Brésil qu'on trouve des montagnes de gneiss de 1200 pieds d'élévation.

Les terrains de cette série offrent les plus importans gisemens de gemmes et des métaux utiles et précieux.

SÉRIE TYPHONIENNE.

Le nom de Typhon, l'un des géans de la fable, le génie du mal chez les Égyptiens, est l'origine de la dénomination de *terrains typhoniens* donnée par M. Brongniart aux roches qui, sorties des entrailles de la terre, se sont répandues à sa surface par épanchement et par des ouvertures volcaniques.

La série typhonienne doit donc comprendre ces mêmes terrains. Ils n'ont point été compris dans ceux qui viennent d'être caractérisés, parce que leurs roches se présentent sans aucun ordre distinct au milieu de toutes les formations. Comme nous classons cette série par époques, nous procéderons à son égard en sens inverse de la marche que nous avons suivie pour les précédentes : nous passerons des plus anciennes aux plus modernes.

TERRAINS PLUTONIQUES OU D'ÉPANCHEMENT.

Époque granitique. — Cette époque comprend, outre les granites, d'autres roches qui s'en rapprochent par les substances dont elles sont formées, telles que les GRANITES *porphyroïdes*, les *pegmatites*, les *protogynes*, les *syénites* et les *diorites*.

La facilité avec laquelle le granite se décompose donne aux montagnes qui en sont formées leur aspect pittoresque. La diversité de leurs formes étonne l'œil de celui qui parcourt pour la première fois ces hautes chaînes de montagnes; elles sont escarpées, et leurs sommets se terminent en pointes; leurs flancs, privés de végétaux, n'offrent que de grandes masses qui fatiguent l'œil par leur nudité.

Souvent d'énormes dépôts de glaces ou de neiges couronnent leurs cimes, quelquefois terminées par des sommités qui représentent des pyramides droites ou des pyramides qui paraissent être posées sur leur sommet; d'autres fois, surmontées d'aiguilles élancées ou de piliers massifs, elles semblent menacer de leur chute l'explorateur qui les examine. A chaque pas qu'il fait, il n'aperçoit que des parties saillantes supportant des groupes de roches amoncelées que l'on prendrait pour des débris de cimes plus considérables que le temps a renversées; leurs flancs escarpés sont déchirés perpendiculairement, de quelque côté qu'on les examine.

Ces montagnes présentent des vallées profondes, parsemées de rochers brisés dont les angles sont aigus, ou de masses arrondies. Ces gorges et ces vallées paraissent d'autant plus profondes qu'elles sont ordinairement étroites et qu'elles offrent des pentes rapides. Elles sont tellement nombreuses qu'elles semblent couper les chaînes de montagnes dans toutes les directions.

La plupart des fragmens de roches, souvent d'un volume énorme, qui s'élèvent sur les sommets granitiques ou qui encombrent les vallées, ne sont jamais dans leur position naturelle; tout, dans leur forme, annonce un déplacement violent, et quelquefois un transport lointain. Ces masses, groupées de la manière la plus bizarre, forment tantôt des passages souterrains, et tantôt des cavernes profondes.

Epoque porphyrique. — Les *porphyres*, les *mélaphyres*, les *eurites* et les *trappites* sont les principales roches de cette époque.

Les porphyres constituent ordinairement de petites montagnes arrondies ou coniques, qui montrent souvent une certaine dépression sur les flancs.

Epoque ophiolitique. — Les *ophiolites*, roches bien connues sous le nom de *serpentines;* les *euphotides*, la *dolomie*

et d'autres roches moins importantes, appartiennent à cette époque.

Les *ophiolites* constituent des montagnes ordinairement peu élevées, dont les pentes sont assez rapides, les croupes arrondies et la forme généralement conique. Quelquefois leurs flancs sont profondément sillonnés, ou présentent des coupes escarpées en forme de falaises, ou des rochers à pointes pyramidales.

TERRAINS VULCANIQUES OU DE FUSION.

Époque trachytique. — Les *trachytes*, qui ne sont que des porphyres, présentent des traces évidentes de l'action du feu, et composent avec des *argilophyres* et des *eurites* une époque distincte.

Les montagnes de trachyte sont tantôt isolées au milieu des plaines, tantôt groupées les unes sur les autres jusqu'à une certaine hauteur. La plupart s'élevant graduellement, et d'une manière régulière, en forme de tours majestueuses et de dômes, offrent une circonférence immense ou des pyramides gigantesques. Leurs cimes présentent des sommets aigus ou des plates-formes assez étendues, des dépressions ou des enfoncemens, mais jamais de cratères. Lorsque plusieurs montagnes trachytiques s'élèvent à côté les unes des autres, de profondes vallées les séparent ordinairement.

Les trachytes forment, en Amérique, le Chimborazo et le Pichincha; en France, le Puy-de-Sancy, le Cantal et le Puy-de-Dôme.

Epoque basaltique. — Les *basaltes*, si remarquables par leur structure prismatique, quelques roches appelées *dolérite*, *spilite* et *vakite*, d'autres, qui ne sont que des agrégations de roches de la même origine, appartiennent à la seconde époque des terrains de fusion.

Les terrains basaltiques forment des coulées présentant

des groupes de prismes quelquefois très-réguliers, ou des masses qui se divisent naturellement en tables d'une grande surface, ou en boules composées de feuillets qui semblent être appliqués autour d'un noyau de forme ovoïde. Tantôt ils donnent lieu à des plateaux assez étendus, d'autres fois à des cimes isolées, dont les escarpemens rapides portent l'empreinte de la main du temps qui les a dégradées. Les vallées qui séparent les montagnes qu'ils dominent, prouvent, par leur disposition, qu'elles ont été formées par des fissures, ou creusées par des courans aqueux doués d'une grande force, et d'une impulsion rapide long-temps après leur fusion. On chercherait en vain les cratères qui ont vomi les laves basaltiques; ils ont à jamais disparu.

Époque lavique. — Caractérisée par des laves, cette époque lie, sans nuance tranchée et sans interruption, les volcans éteints aux volcans brûlans. Les époques précédentes n'ont pas laissé de cratères, ou plutôt n'en ont probablement jamais eu : leurs produits se sont vraisemblablement fait jour à travers l'enveloppe brisée du globe. Dans celle-ci, au contraire, les bouches volcaniques rivalisent de beauté et de régularité avec les cratères, qui lancent par intervalles des matières fondues et pulvérulentes, des flammes et de la fumée. Ces laves sont plus ou moins poreuses, quelquefois même aussi compactes que le basalte le plus serré; d'autres fois elles acquièrent à différens degrés la structure vitreuse depuis la ponce, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un verre poreux et fibreux, jusqu'à la stigmite et à l'obsidienne qui sont de véritables verres.

Les amas de laves poreuses ou compactes des volcans éteints présentent des montagnes d'une hauteur moyenne et de forme conique, dont les immenses contours offrent à leur base de vastes plateaux inclinés qui s'étendent en divergeant sur le sol et dans le fond des vallées.

Les volcans brûlans sont, par leur forme, comme par la plupart de leurs produits, tout-à-fait semblables aux volcans éteints; ils ne sont pas répandus sur d'aussi grands espaces : mais ils sont généralement d'une élévation plus considérable.

Nous parlerons ailleurs des volcans modernes, c'est-à-dire de ceux qui ont brûlé depuis les temps historiques. C'est en traitant des phénomènes atmosphériques que nous dirons quelques mots des aérolithes ou des pierres tombées de l'atmosphère. Jetons maintenant un coup d'œil sur les débris organiques disséminés en si grande abondance parmi les différens dépôts qui composent la croûte solide du globe : ils méritent qu'on leur consacre une section particulière.

LIVRE TRENTE-HUITIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des débris fossiles des corps organiques, végétaux et animaux.

« Les restes d'êtres organiques enfouis dans les entrailles de la terre, sont autant de médailles géologiques, mais des médailles sans date (1).

» Les corps organiques fossiles appartiennent à trois classes : les *débris* qui ont conservé leur état naturel, du moins en partie ; les *substances pétrifiées*, et les *empreintes*.

» Les débris de la première classe sont principalement des ossemens et même des squelettes entiers, qui, après avoir été dépouillés de la peau et des chairs qui les couvraient, sont restés les uns enfouis dans la terre, les autres cachés dans de profondes cavernes (2).

» Les *pétrifications*, en prenant ce terme dans le sens vulgaire, comprennent tous les corps pierreux qui ont la figure d'un corps organique. Il y a eu des cas où un suc pierreux a coulé dans une cavité, formée par un corps organique, lequel a disparu. Alors la masse pierreuse s'est écoulée dans la cavité qui était restée vide, et a pris les formes extérieures du corps organique qui y était auparavant. Si ce corps était, par exemple, une branche ou un tronc d'arbre, la pierre aura à son extérieur des nœuds, des rugosités ; mais, dans l'intérieur, elle offrira tous les caractères d'une vraie pierre ;

(1) Nous indiquons par des *guillemets* les passages du texte de Malte-Brun que nous avons conservés, comme pouvant servir d'introduction à ce Livre. J. H.

(2) On peut ranger dans la même classe les débris que les glaces de la Sibérie nous ont conservés avec quelques restes de chair et de peau. J. H.

elle ne sera, pour parler avec Haüy, « que la statue de la » substance qu'elle a remplacée. »

« D'autres fois une substance végétale ou animale, en se décomposant successivement et par degrés marqués, est déjà entourée et pressée par un suc pierreux. A mesure qu'une molécule organique se dissout et disparaît, une molécule pierreuse la remplace. Ainsi, de molécule en molécule, la matière pierreuse s'arrange dans les places restées vides par la retraite graduée des parties végétales ou animales; et, en se moulant dans ces cavités, elle copie, trait pour trait, la contexture du corps organique. Voilà comment on explique communément la formation de ce qu'on appelle *bois pétrifiés;* imitation si fidèle du vrai bois, que, sur la coupe transversale, on distingue l'apparence des couches concentriques qui, dans l'arbre vivant, provenaient de son accroissement annuel. Quelquefois on est même en état de reconnaître, dans les linéamens de la contexture, l'espèce à laquelle appartenait l'arbre qui a été reproduit en pierre (1).

» Les *corps métallisés*, et ceux qui ont été changés en bitume ou en charbon, appartiennent au même système de formation.

» Les *empreintes* se trouvent entre les feuillets de certaines argiles ou de certains schistes et de quelques calcaires; ce sont des reliefs ou des creux représentant des moules de coquilles, quelquefois de polypiers, surtout des feuilles, des roseaux, des plantes entières, principalement de l'espèce des fougères. Ces dernières empreintes ont cela de singulier, que si l'un des feuillets offre l'empreinte en creux de la face opposée à celle qui porte les fructifications (ce qui est le cas le plus ordinaire), l'autre feuillet offrira, non pas le creux de la face des fructifications, mais le relief de la même face, qui

(1) *Monge* le jeune, *Journal de physique*, 1731, pag. 255 et suivantes. (Comp. *Daubenton*, dans les *Leçons de l'École normale*, tome III, pag. 393 et suiv.)

est en creux sur l'autre feuillet. Apparemment, comme *Bruguières* l'explique (1), la fougère, déposée sur l'argile molle, a été recouverte par un nouveau dépôt. Dans la suite, cette plante, réduite en matière charbonneuse, ou pénétrée par les parties les plus déliées du dépôt schisteux, s'est comme incorporée et identifiée avec celui-ci; et, comme la face des fructifications est inégale, celle opposée plus lisse, il est naturel de croire qu'il y a eu moins d'adhérence entre l'argile et cette dernière face. Voilà pourquoi c'est ordinairement celle-ci qui se présente lorsqu'on sépare les feuillets du schiste argileux. »

Nous allons considérer successivement les diverses classes de débris fossiles.

Dans les dépôts de différentes roches, telles que les calcaires, les grès et les schistes qui renferment des débris organiques, il est facile de remarquer que les restes d'animaux ou de plantes ne sont pas tous semblables. Cette observation, qui ne souffre point d'exceptions, a dû conduire à une idée féconde en résultats, et qui a déterminé tant de naturalistes à étudier et à comparer les monumens d'un monde qui n'est plus : c'est que tous ces êtres n'ont point vécu à la même époque, et qu'ils appartiennent, pour ainsi dire, à diverses créations qui ont été modifiées en raison des changemens que la température de la terre paraît avoir éprouvés.

Première époque des êtres organisés. — Il est difficile de décider si, comme la Genèse nous le dit, les végétaux ont précédé les animaux, ou s'ils sont contemporains, ou enfin si quelques mollusques marins ont vécu avant la plupart des plantes. Cependant, comme il est probable que, lors de l'apparition des premiers êtres, toute la terre était couverte d'eau, il importe peu de rechercher si les mollusques marins

(1) Journal d'Histoire naturelle, n° 4, pag. 125 et suiv.

eurent la priorité sur les végétaux; rien ne répugne à penser que les uns et les autres ont pu vivre à la même époque: c'est ce que confirment aussi les premiers terrains à débris organiques, puisque dans quelques uns on ne trouve d'abord que des végétaux, et dans d'autres que des animaux.

Les schistes ardoisiers, ainsi que les plus anciens calcaires, renferment des restes d'animaux de la division des *polypiers;* d'autres, connus des géologistes sous le nom d'*orthocères* et qui, appartenant à l'ordre des céphalopodes, avaient leurs pieds autour de la tête, et d'autres qui, sous le nom de *trilobites*, sont regardés comme étant de la classe des crustacés. Ces singuliers êtres n'ont plus d'analogues vivans au sein de nos mers; cependant leur race paraît s'être propagée jusqu'au moment où parurent différens mollusques, comme les *peignes*, les *arches*, les *bucardes* et les *térébratules*, animaux à coquilles bivalves, qui appartiennent à des genres encore vivans.

Les plantes fossiles n'offrent point, comme les animaux, des caractères qui en facilitent la détermination: à l'état vivant, ces caractères se retrouvent dans les organes de la fructification, mais il n'en est pas de même de celles dont on voit les restes ou les empreintes dans la pâte de certaines roches; ce n'est donc que par des comparaisons fondées sur la forme des feuilles, que les végétaux fossiles ont pu être groupés d'une manière plus ou moins nette. On a remarqué que ceux qui appartiennent à l'époque dont nous nous occupons, ont quelque ressemblance avec les *fucus*, les *prêles* et les *fougères*.

Deuxième époque. — Nous n'avons point vu de vertébrés parmi les animaux de la première époque; il semblerait que les circonstances propres à leur développement n'eussent point encore eu le temps d'étendre leur influence, puisqu'on ne trouve aucune de leurs dépouilles. La formation des roches granitiques, encore toute récente, annonçait pour

ainsi dire la fin du chaos; mais il fallait du temps pour que la terre fût en état de nourrir les animaux dont nous allons nous occuper, et cette foule innombrable de végétaux auxquels les houillères doivent leur origine.

Dans la première époque, nous avons vu qu'il est difficile de décider si les plantes se sont montrées avant les animaux; mais dans la seconde il n'en est pas de même, c'est au règne végétal qu'appartiennent les premiers débris organiques.

Ce sont, comme dans la formation précédente, des tiges de *roseaux*, et d'autres graminées; des impressions de différentes *fougères;* d'autres qui ressemblent à des *lycopodes*, à des *marsiléacées*, à des *prêles* ou équisétacées et à des *palmiers*. Leur nombre est si prodigieux, qu'à moins de supposer un laps de temps énorme, on ne conçoit pas que tant de plantes aient pu s'accumuler sur la même place. On remarque même dans les schistes qui les renferment quelques unes de leurs feuilles qui se sont changées en véritable charbon de terre; qu'on juge alors quelle immense quantité de végétaux il a fallu pour former ces vastes dépôts houillers qui ont quelquefois près de six pieds d'épaisseur, et qui occupent des contrées souvent fort étendues. La flore de cette époque présente aujourd'hui plus de 250 espèces qui ont été décrites.

Ces plantes, auxquelles on ne peut comparer que celles qui croissent dans les régions équinoxiales, sont souvent extraordinaires par leur grandeur : ainsi, la fougère arborescente, qui vit sous les tropiques, s'élève quelquefois à huit ou dix pieds; tandis que, d'après les débris que l'on en trouve dans les houillères, la même fougère fossile atteint une hauteur huit à neuf fois plus considérable. Suivant les observations de M. Ad. Brongniart, qui s'est spécialement occupé des plantes fossiles, les dicotylédones, qui forment aujourd'hui les trois quarts des plantes connues, ne font pas le tiers des végétaux que l'on connaît à l'état fossile.

On est donc forcé de conclure de ce fait et de la ressemblance de la plupart des plantes observées dans des dépôts analogues sur les différens points de notre globe, dans toute l'Europe, au Groënland, dans l'Amérique septentrionale, dans l'Inde et la Nouvelle-Hollande, qu'aux anciennes époques géologiques, la terre offrait partout une haute température : vérité aussi grande que l'application en est générale, et qui coïncide d'une manière admirable avec les belles expériences du savant Fourrier, pour prouver que la terre a été douée d'un feu central qui a d'abord été d'une grande intensité, et qui ensuite a favorisé la naissance et le développement d'un grand nombre d'êtres du règne animal et du règne végétal, auxquels une haute température était nécessaire.

Les tiges et les feuilles ne sont pas les seuls restes de végétaux que l'on trouve fossiles; on a souvent recueilli dans les terrains houillers des fruits et des empreintes de fleurs; les fruits sont très-difficiles à déterminer. Cependant on en a observé plusieurs qui ont dû appartenir à des pins, à des cocotiers et à quelques autres arbres dont quelques analogues seulement végètent encore sur la terre.

Cependant qu'on ne croie pas que les végétaux auxquels les houillères doivent leur origine aient pu vivre accumulés ainsi sur la même place; ils ont été entraînés par des cours d'eau dans des golfes ou à l'embouchure des fleuves, et ont formé ainsi d'énormes amas.

Les mollusques qui appartiennent à la seconde époque ont pour enveloppes des coquilles univalves et bivalves. Parmi les fossiles à coquilles univalves, on ne remarque généralement que des *cloisonnés*. Les principaux genres qui les constituent sont : les *ammonites*, les *orthocères*, les *nautiles* et les *bélemnites*. Plus de 80 espèces d'ammonites ont été décrites : un grand nombre d'autres ne le sont point encore.

Les mollusques à coquilles bivalves appartiennent aux genres *térébratule*, *gryphée*, *lingule*, *huître*, *moule* et *mulette*. Dans quelques dépôts de la même époque, on trouve encore des *tribolites*, plusieurs espèces d'*encrinites*, ainsi qu'un grand nombre d'autres polypiers, accompagnés de *productus* mollusques qui existaient déjà dans l'époque précédente. On pourrait en tirer la conséquence que les circonstances qui avaient favorisé l'existence de ces êtres à la première époque agissaient encore à la seconde. Cependant les différens dépôts qui constituent cette dernière montrent incontestablement que déjà plusieurs modifications agissaient sur la série animale. Ainsi, dans les terrains de sédimens supra-inférieurs, les *peignes* et les *oursins* sont peu nombreux; ils commencent à paraître avant la formation de la craie; et, dans celle-ci surtout, les oursins deviennent très-communs; de même, sur une soixantaine de genres qui constituent la famille des polypiers, dans la formation de sédimens moyens, plus de quarante appartiennent aux dépôts antérieurs à la craie, et une vingtaine seulement à ceux qui lui sont postérieurs.

Il n'a encore été question d'aucun animal vertébré dans les terrains renfermant les êtres de la première époque; c'est à la seconde seulement que l'on voit paraître les premiers poissons : ils sont généralement si différens de ceux qui vivent dans l'Océan, que les zoologistes qui se sont occupés de leur étude et de leur description, ont été obligés d'inventer des mots pour les désigner. Ainsi, dans les schistes de Glaris, en Suisse, on a trouvé une anguille inconnue, que M. de Blainville a nommée *ananchelum glarisianum*, et un poisson qui diffère de tous ceux que l'on connaît, et qu'il a appelé *palæorhynchum glarisianum*. D'autres localités en ont présenté un qui se rapproche des esturgeons, mais qui, par plusieurs caractères, a mérité le nom de *palæoniscum*; cinq espèces du nouveau genre appelé

palæothrissum; enfin d'autres qui semblent appartenir à plusieurs genres connus, tels que le *hareng* (*clupea*), le *zée* (*zeus*), le *brochet* (*esox*), le *stromatée* (*stromateus*), et diverses espèces des genres *cyprin*, *scombre*, *spare*, *baliste* et *chætodon*.

Dans les dépôts qui appartiennent à la première et à la seconde époque on n'a trouvé aucun débris de mammifères; il est donc probable que les premiers vertébrés sont des poissons et des reptiles. Il paraît même constant que le liquide dans lequel ceux-ci vécurent était propre à nourrir des poissons d'eau douce et d'eau marine, puisque leurs dépouilles appartiennent à ces deux grandes classes. Les reptiles les plus remarquables sont les suivans :

Le *monitor*, espèce de lézard qui vivait sur les bords des rivières et des étangs de l'Ancien-Monde.

Le *geosaurus*, animal qui, par la dimension de ses débris, devait atteindre la longueur de 12 à 13 pieds, et qui servit peut-être de passage des monitors aux crocodiles.

Le *megalosaurus*, lézard gigantesque, dont la longueur allait au-delà de 30 pieds, et qui, par la dimension de quelques ossemens récemment découverts, pouvait en atteindre 60. L'illustre savant dont les recherches anatomiques ont fait connaître tant d'animaux perdus, a calculé que cet animal devait être élevé de terre de plus de 4 pieds. La forme de ses dents tranchantes a servi à lui prouver aussi qu'il devait être très-vorace.

Le *mosasaurus* est un reptile qui semble avoir servi de passage des *sauriens*, sans dents au palais, aux *sauriens* à dents palatines. Sa longueur pouvait être de 20 à 24 pieds.

Le *saurocephalus* diffère de tous les sauriens connus. Ses débris ont été découverts près des bords du Missouri.

Les ossemens de l'*iguanosaurus*, animal de plus de 50 pieds de longueur, ont été trouvés au milieu de terrains qui annoncent qu'il vivait indifféremment dans les lacs et dans l'Océan.

L'*ichtyosaurus* tenait du poisson et du lézard; chacune de ses mâchoires était garnie de 60 à 90 dents. L'étude de son squelette a fait voir à M. G. Cuvier qu'il était pourvu de deux yeux énormes qui lui facilitaient la vision pendant la nuit; ses membres courts l'obligeaient à nager, mais il devait ramper sur le rivage à la manière des phoques. Il habitait les mers, et sa taille, selon les espèces, que l'on porte à quatre ou cinq, variait pour la longueur de 5 à 15 pieds.

Le *plesiosaurus* était un lézard remarquable pour la longueur de son cou, composé de 35 vertèbres. Le ventre de cet animal était peu bombé, ce qui devait donner à l'ensemble de son corps une forme très-allongée. A en juger par quelques débris, il avait depuis 9 pieds jusqu'à 27 de longueur.

Tous ces reptiles, si différens de ceux de nos jours, paraissent les avoir précédés. Jamais ils ne sont accompagnés de crocodiles semblables aux nôtres.

Cependant le *teleosaurus*, trouvé dans le calcaire des environs de Caen, offre des caractères qui semblent prouver qu'il dut être l'intermédiaire entre les reptiles anciens et les reptiles modernes.

Les *tortues*, voisines du genre *chélonée*, appartiennent, avec les poissons, aux animaux les plus anciens du groupe des vertébrés. Dans les terrains de sédimens moyens de Lunéville, de Soleure, de Maestricht et de l'Angleterre, on n'a trouvé que des individus qui diffèrent considérablement de ceux qui vivent sur la terre, quoiqu'ils aient quelque analogie avec le genre précédent et les *émydes*.

La seconde époque de l'apparition des êtres organisés sur la terre nous montre aussi des débris d'oiseaux; mais ils dépendent tous de l'ordre des nageurs et de celui des échassiers: on ne doit point être étonné de n'en trouver aucune espèce des autres ordres; il fallait que des portions de continent fussent tout-à-fait à sec pour que des gallinacés, ou ceux qui ont l'habitude de se percher, trouvassent de quoi

se nourrir; ainsi la géologie atteste encore ici la grandeur des vues de la nature et la sagesse de sa marche, puisque chaque espèce d'êtres n'a paru sur cette terre qu'à l'époque la plus convenable pour sa conservation. Les oiseaux aquatiques ont nécessairement vécu avant les mammifères terrestres, parce qu'ils prennent leur nourriture dans les eaux, et qu'ils n'ont besoin que de quelques portions de terre pour reposer. Le calcaire de Pappenheim recèle des ossemens d'oiseaux nageurs; ce qui prouve qu'à l'époque où ils vivaient quelques rivages peu étendus circonscrivaient de vastes amas d'eaux; mais les débris d'oiseaux échassiers trouvés en Angleterre montrent, par leur organisation même, qu'à l'époque où des terrains secondaires se formaient encore, des îles s'élevaient au sein de l'Océan, et que, sur ces premières plages, des oiseaux à longs tarses, au bec effilé, au vol rapide, pouvaient trouver dans une vase que leur conformation leur fait rechercher, les larves et les petits mollusques qui forment leur nourriture habituelle.

Troisième époque. — Les animaux mollusques qui appartiennent à cette époque, forment une série de genres et d'espèces extrêmement nombreuse. Ils constituent trente-six genres de *polypiers*, cinq d'*oursins* ou d'*échinides*, quatre de *stellerides*, deux d'*annélides*, trois de *serpulés*, cinq de *tubicolés*, deux de *pholadères*; cinquante-un genres de mollusques à coquilles univalves, dix à coquilles cloisonnées et neuf de *crustacés*.

Les mollusques de l'argile plastique, dépôt que nous avons vu être placé entre la craie et le calcaire grossier, se divisent en deux groupes, dont l'un n'est composé que d'animaux d'eau douce et terrestre, et l'autre d'animaux marins; les premiers se rapportent aux genres suivans : *planorbe*, *lymnée*, *paludine*, *mélanie*, *physe*, *mélanopside*, *nérite* et *cyrène*. Au-dessus de ceux-ci se trouvent des *huîtres*, des *cérites* et des *ampullaires*.

Les mollusques qui ont succédé à ceux de l'argile plastique, et dont on trouve des traces dans le calcaire grossier, comme la pierre à bâtir des environs de Paris en offre tant de preuves, sont des *nummulites* et diverses espèces de polypiers, des *cérites*, des *lucines*, des *buccardes*, des *volutes*, des *crassatelles*, des *turritelles*, des *cardites*, des *pétoncles*, des *calyptrées*, des *cythérées*, des *ampullaires*, des *olives*, des *fuseaux*, des *vénus*, des *huîtres*, etc., auxquels il faut ajouter de petits mollusques multiloculaires, appelés *ovulites* et *miliolites*. Ces divers mollusques et beaucoup d'autres, qu'il serait trop long de nommer, diffèrent généralement de ceux qui vivent dans nos mers.

Le nombre des vertébrés aquatiques dont on retrouve les débris dans les terrains appartenans à cette époque, forment une réunion de 55 genres. Ils sont beaucoup plus riches en espèces que les précédens; plusieurs paraissent voisins des nôtres; un grand nombre se retrouve encore dans nos mers. Nous pourrions faire une longue liste de ces animaux si nous voulions en détailler les genres et les espèces, et si nous y ajoutions celles que l'on ne connaît que par les dents fossiles, que l'on a si long-temps appelées *glossopètres* ou *langues pétrifiées*, parce que ces fossiles étaient regardés autrefois comme des langues de serpens. Opinion qui se répandit d'abord à Malte, où saint Paul pétrifia tous les serpens, parce qu'il avait été mordu par un de ces reptiles.

L'Océan de l'Ancien-Monde a nourri, ainsi que tout le prouve, des mammifères d'une taille considérable : on en jugera par l'énumération du petit nombre de ceux dont on retrouve les ossemens.

Les *phoques* sont rares à l'état fossile : deux espèces seulement ont été trouvées dans les environs d'Angers; elles diffèrent de celles qui vivent dans nos mers : l'une est deux

fois plus grande que le phoque commun, l'autre est un peu moins grande que celui-ci.

Les espèces fossiles que l'on peut attribuer aux lamantins se rapprochent un peu de celles du Brésil, quoiqu'elles en diffèrent par des caractères tranchés et par une taille plus considérable. Il est à remarquer que ces animaux, qui ne vivent plus que près de la zone torride, ont dû être très-communs dans les eaux marines qui couvraient le sol de la France, puisqu'on les trouve dans les terrains tertiaires d'Angers, de Bordeaux, de l'île d'Aix, et dans les environs de Mantes, d'Étampes et de Longjumeau, et qu'en 1830 nous en avons découvert des débris dans l'enceinte même de Versailles.

On connaît une espèce gigantesque de lamantins fossiles, qui a été découverte dans les terrains argileux de la côte occidentale du Maryland en Amérique.

On a trouvé plusieurs espèces de dauphins en France et en Italie. Mais celle dont on a découvert le squelette presque entier dans la vallée du Pô, en 1793, diffère des espèces vivantes par ses caractères autant que par sa taille ; elle avait environ 13 pieds de longueur.

Les *hyperoodons*, animaux qui servent de passage des cachalots aux dauphins, ont laissé des débris plus ou moins considérables dans les terrains de sédimens supérieurs. M. Cuvier en a reconnu trois espèces distinctes. On sait jusqu'à présent qu'ils ont dû habiter l'espace compris depuis Anvers jusqu'à Marseille, à en juger par les ossemens trouvés dans les environs de ces deux villes.

Les débris de baleines fossiles diffèrent complètement de ceux des baleines vivantes. En 1806, on découvrit à mi-côte du mont Pulgnasco, à environ 600 pieds au-dessus du sol de la vallée du Pô, plusieurs ossemens appartenans à une baleine du sous-genre *rorqual*, dont la taille ne paraissait point avoir excédé une vingtaine de pieds. On en a éga-

lement découvert aux environs de Bordeaux, en Angleterre et dans l'Amérique septentrionale. Les restes de ces animaux sont rares dans les environs de Paris; cependant, en 1779, un marchand de vin de la rue Dauphine trouva, en creusant dans le fond de sa cave, au milieu de l'argile jaunâtre qui recouvre les bancs pierreux du calcaire grossier, un os qu'il brisa pour ne pas se donner la peine de le retirer entier. Ce fragment pesait 227 livres. Les savans de cette époque reconnurent bien qu'il appartenait à un cétacé; mais ni Lamanon, ni Daubenton ne purent décider à quelle espèce. M. Cuvier ayant eu, depuis ce temps, l'occasion de le comparer avec des os de baleines, reconnut que cet ossement était un fragment de mâchoire, d'une espèce inconnue voisine de la baleine du Groënland, et que l'animal avait dû avoir 60 pieds de longueur.

C'est dans les dépôts appartenans à la dernière époque géologique que l'on retrouve des reptiles qui peuvent être rapportés à diverses espèces de crocodiles; on a même reconnu parmi leurs débris une espèce qui paraît être voisine du caïman à lunettes. D'après les calculs de M. Cuvier, leur taille a dû avoir de 9 à 15 pieds de longueur.

Si nous parlons des *tortues*, nous dirons que les restes de ces animaux sont assez nombreux dans les dépôts de sédimens supérieurs; on y a reconnu des tortues *trionyx* et des émydes. Leurs caractères spécifiques les rapprochent des tortues exotiques; ainsi le genre trionyx fossile ressemble beaucoup à la même tortue qui vit à Java et dans les eaux du Nil.

La quantité prodigieuse d'ossemens fossiles de mammifères terrestres, recueillis depuis le peu d'années que la science s'occupe à les rassembler, prouve que les animaux perdus, voisins des tapirs, sont très-nombreux; que plusieurs réunissent les caractères de divers autres animaux, comme les *lophiodons*, qui se rapprochent des tapirs et des

rhinocéros et l'*anthra cotherium*, qui offre quelque rapport avec l'hippopotame. Quant aux terrains qui renferment la plupart de ces débris, leur origine d'eau douce, attestée par un grand nombre de lymnées, de planorbes et de beaucoup d'autres coquilles, prouve l'existence d'anciens grands lacs répandus à la surface de notre continent, et particulièrement sur le sol de la France. Ces lacs ont été long-temps peuplés de crocodiles et de diverses espèces de tortues qui habitent les eaux douces des pays chauds. Les dépôts calcaires sur lesquels les lacs se sont formés annoncent aussi la présence antérieure des eaux marines; ainsi, nous le répétons, il faut admettre dans les mêmes lieux le retour successif des eaux salées et des eaux douces, ou, ce qui est plus conforme avec ce qui se passe encore sur la terre, que, dans des mers intérieures, il se formait, par l'action des grands cours d'eau, des dépôts fluviatiles.

Cependant nous devons encore faire remarquer un fait qui n'a point échappé à la sagacité de M. Cuvier, c'est que nos carrières à plâtre fournissent la preuve de l'antique existence de deux animaux qui ne trouvent leur ressemblance que parmi ceux du Nouveau-Monde, le tapir et le sarigue.

Outre ces animaux, les bancs de gypse des environs de Paris recèlent les ossemens de plusieurs herbivores dont les genres et les espèces ne vivent plus sur la terre. Ils appartiennent aussi comme les tapirs et les rhinocéros à l'ordre des *pachydermes* ou *animaux à peau épaisse*. C'est à M. Cuvier que l'on en doit la connaissance complète. La première espece de son genre *palæotherium*, c'est-à-dire *animal ancien*, ressemblait par la taille à un petit cheval, mais elle en différait par ses formes lourdes, par ses jambes grosses et courtes, par ses pieds que terminaient trois doigts enveloppés chacun d'une corne arrondie. Comme le tapir, cet animal avait la queue courte et effilée, le museau allongé et

recourbé comme une sorte de petite trompe; enfin, il avait avec celui-ci la plus grande analogie par la conformation de sa tête et par l'arrangement et la forme de ses dents. M. Cuvier l'appelle *palæotherium magnum* : c'est la plus grande espèce du genre, elle avait plus de quatre pieds et demi de haut jusqu'au garrot.

Les autres espèces différaient plus de celle-ci par leur taille que par les nuances des principaux caractères spécifiques. La seconde (*palæotherium medium*) est comparée par M. Cuvier au babiroussa; la troisième (*palæotherium crassum*) ne différait du tapir d'Amérique que par sa taille qui ne dépassait pas celle d'un cochon de médiocre grandeur; la quatrième (*palæotherium latum*), plus ramassée dans sa forme et plus petite que les précédentes, devait être la plus lourde et peut-être la plus paresseuse de toutes les espèces du genre; la cinquième (*palæotherium curtum*) ne différait de la précédente que parce qu'elle était plus petite; la sixième (*palæotherium minus*) avait seize à dix-huit pouces de hauteur; ses jambes grêles et fines lui donnaient l'extérieur d'un tapir presque aussi élancé qu'un chevreuil; la septième (*palæotherium minimum*) ressemblait au lièvre par sa taille.

Les espèces et les sous-genres compris d'abord sous le nom d'*anoplotherium*, c'est-à-dire *animal sans défenses*, ont pour caractère un système dentaire qui les rapproche des ruminans, et particulièrement du chameau, et deux doigts comme celui-ci renfermés chacun dans une corne.

La première espèce (*anoplotherium commune*) avait plus de trois pieds de haut; son corps était long de cinq pieds et quelques pouces, sans y comprendre la queue, dont la longueur, de près de trois pieds et demi, lui donnait quelque ressemblance avec la loutre. Comme le rat d'eau ou l'hippopotame, elle vivait tantôt sur terre, tantôt dans l'eau, où elle allait chercher les racines et les plantes qui y croissaient.

La seconde espèce (*anoplotherium secundarium*) ressemblait parfaitement à la précédente; mais, au lieu d'avoir la taille d'un âne, elle avait celle d'un porc.

Le sous-genre *xyphodon*, remarquable par l'élégance de ses formes, était la gazelle de l'Ancien-Monde; sa queue était courte, et, comme tous les animaux agiles, légers et craintifs, il avait de longues oreilles propres à être averties au moindre danger. Le sous-genre *dichobune* comprend trois espèces dont l'une, appelée *leporinum*, avait la taille et les habitudes du lièvre, et les deux autres celles du rat.

Le *xyphodon* et le *dichobune* avaient le poil ras et n'étaient point aquatiques comme l'anoplotherium.

Pour compléter la série des animaux de la troisième époque, nous devons dire un mot des rongeurs, des cerfs, des carnivores et des oiseaux. Les premiers paraissent être voisins des campagnols et des castors; les débris des seconds, trouvés dans les couches régulières pierreuses, diffèrent de tous ceux qu'on connaît vivans. Les troisièmes sont peu nombreux; ils sont voisins du genre *canis*, quoiqu'ils diffèrent de nos diverses espèces de chiens, ainsi que du loup, du renard et du chacal. Quelques uns cependant paraissent appartenir aux coatis, aux ratons et aux genettes. Un seul, dont la taille est un peu au-dessous de celle du loup et de l'hyène, vivait sur le sol des environs de Paris, à la même époque que les *anoplotheriums* et que les *palæotheriums*, et devait faire de grands ravages parmi ces herbivores.

Quant aux oiseaux, ils font généralement partie de la famille des gallinacées. Les gypses des environs de Paris recèlent des os qui ont appartenu à une espèce voisine de la caille, d'autres qui se rapprochent de ceux de la bécasse, de l'alouette de mer, de l'ibis, du cormoran, du busard, du balbusard et de la chouette. Mais ce qui peut paraître extraordinaire, c'est qu'on a même trouvé des œufs d'oiseaux;

nous avons eu occasion d'observer en Auvergne quelques uns de ces œufs, gros comme ceux d'une poule, qui ont été découverts dans les carrières de calcaire d'eau douce de la Sauvetat, à quelques lieues d'Issoire.

L'époque dont nous nous occupons comprend un très-grand nombre de poissons fossiles. Il serait trop long de relater ici toutes les espèces que l'on a cru y reconnaître; presque toutes diffèrent des espèces vivantes; il en est même quelques unes qui n'ont aucune analogie avec celles de nos mers.

On pourrait croire que les restes organiques dont nous venons de donner l'énumération reposent tous, comme aux environs de Paris, dans des terrains placés à une médiocre élévation au-dessus de l'Océan; cependant il en est tout autrement : il existe, par exemple, en Suisse, une localité intéressante par les nombreux ossemens qu'elle renferme, c'est le mont de la Molière, près du lac de Genève. Sa formation paraît être d'une époque analogue à celle des terrains parisiens; on y a trouvé des débris de toutes sortes d'animaux : parmi les poissons, on cite des vertèbres et des dents appartenantes à des *requins*, à des *roussettes*, à des *marteaux*, à des *grisets* et à des *cestracions;* parmi les reptiles, des *tortues terrestres;* parmi les mammifères carnassiers, des *hyènes* inconnues; parmi les pachydermes, des *éléphans*, des *rhinocéros* et une espèce de *cochon* ou tapir; enfin, parmi les ruminans, un animal voisin de l'*antilope*. La roche qui renferme ces débris est placée à plus de 680 mètres au-dessus du niveau de la mer (1).

Quatrième époque.— Les animaux dont nous allons rappeler les espèces, paraissent appartenir à une époque que nous considérons comme étant la quatrième. Elle diffère des précédentes, plutôt par la nature des terrains qui renferment ces

(1) *Bourdet :* Sur le gisement des ossemens fossiles du mont de la Molière. *Annales de la Société linnéenne de Paris*. 1825.

débris, que par ces débris mêmes; cependant nous n'y verrons plus les *paleotheriums* ni les *anoplotheriums*, ou du moins ils sont fort rares; nous y trouverons encore moins les animaux d'une époque plus ancienne; tout semble annoncer que, victimes de quelque éruption des eaux, ils avaient disparu de la surface de la terre. Nous trouverons à leur place des rhinocéros, des éléphans, des mastodontes et un grand nombre de ruminans. Il est probable que ceux-ci se virent pendant long-temps paisibles possesseurs des continens ou des îles qui constituaient la partie sèche de notre globe, jusqu'à ce que de nouvelles irruptions des eaux, descendues de bassins plus élevés, vinssent entraîner leurs dépouilles dans les vallées où on les trouve aujourd'hui.

Quelques uns de ces animaux étonnent par leur taille; des ossemens réunis avec soin ont prouvé l'existence de tapirs hauts de 11 pieds et longs de 18; celle de quatre espèces de rhinocéros, l'une à narines cloisonnées, l'autre dépourvue de ce caractère; une troisième munie de dents incisives, et une quatrième qui diffère principalement des autres par la taille. Celle à narines cloisonnées paraît avoir habité particulièrement la Sibérie, quoiqu'on en ait trouvé quelques ossemens en Allemagne; elle avait la tête plus grosse et le ventre plus près de terre que l'espèce unicorne, qui vit encore. Sa tête n'était point comme dans celle-ci couverte de protubérances et de callosités irrégulières; elle était lisse comme celle du bicorne, qui habite la contrée du cap de Bonne-Espérance, mais elle était tellement couverte de poils, principalement aux pieds, qu'il y a lieu de croire qu'elle était destinée à vivre dans les pays froids. Comme on n'en trouve plus dans les contrées hyperboréennes, on doit ajouter cette espèce à toutes celles qui ont disparu de la surface de la terre.

Nous ne détaillerons point la description que Pallas donne de la découverte qui fut faite au mois de mars 1772,

dans un dépôt d'alluvions, sur le bord du Vilhoui en Sibérie, d'un rhinocéros appartenant à l'espèce dont nous venons de parler, et qui était couvert de sa chair et de sa peau. Cette découverte en rappelle une autre beaucoup plus récente, et qui prouve qu'à l'époque dont nous nous occupons, un animal voisin de l'éléphant et appelé *mammouth* habitait l'Asie septentrionale.

Le nom de *mammouth* ou de *mammont* paraît venir du mot tatar *mamma* qui signifie *terre*, parce que, suivant les idées populaires des Tatars et des Sibériens, ce grand animal vit dans la terre et meurt dès qu'il voit la lumière. Le même préjugé existe chez les Chinois pour le même animal qu'ils nomment *tyn-chu*, et dont ils trouvent, comme les Sibériens, de nombreuses dépouilles dans leurs provinces septentrionales.

Ce sont principalement les rivières qui descendent vers la mer Glaciale qui mettent à découvert le plus d'ossemens de *mammouths*, parce que, coulant au milieu des vastes plaines sablonneuses ou limoneuses de la Sibérie, elles s'enflent considérablement à l'époque du dégel, et entraînent facilement des portions de leurs rives, qui, dans les déchiremens que cause la crue des eaux, emportent ces nombreux ossemens. Cependant, il faut dire que partout où, dans les plaines basses, on creuse un puits ou des fondations, on découvre un grand nombre de ces débris. C'est surtout dans les bassins qu'arrosent la *Lena*, l'*Indighirka*, l'*Anadyr*, l'*Irtyche*, l'*Angara*, la *Toungouska*, la *Kkatanga*, l'*Ob* et le *Ieniseï*, qu'on en trouve le plus; mais les bords de l'Irtyche en renferment surtout une quantité prodigieuse.

Plusieurs corps de ces mammouths ont été trouvés revêtus encore de leur peau et de leur chair. En 1799 un pêcheur toungouse aperçut près de l'embouchure de la Lena, une masse informe recouverte de glaces; l'année suivante il vit que cette masse était un peu moins engagée

dans les glaçons; mais, pendant l'été de 1801, il découvrit les flancs charnus et les défenses d'un grand animal que la fonte des glaces avait mis en partie à découvert. Enfin, en 1804, les chaleurs ayant été plus grandes et les glaces ayant fondu plus vite, cette masse vint échouer sur la côte. Le pêcheur enleva les défenses et les vendit; mais M. Adams, membre de l'académie de Pétersbourg, qui voyageait alors dans la Russie asiatique, instruit de cette découverte, se rendit sur les lieux en 1806. Il y trouva l'animal fort mutilé : quelques Iakoutes l'avaient en grande partie dépecé pour en donner la chair à leurs chiens; les ours et les loups en avaient dévoré le reste; cependant, à l'exception d'un pied de devant, le squelette était resté intact. La peau sèche de la tête pouvait donner une idée de celle qui recouvrait le corps, et dont quelques lambeaux se voyaient, ainsi que plusieurs ligamens, sur des parties peu charnues assez bien conservées. M. Adams remarqua sur une des oreilles, restée entière, une touffe de crins; il distingua même la prunelle de l'œil, et de plus il retrouva dans le crâne la cervelle desséchée. Le cou était garni d'une longue crinière, et quelques portions de peau couvertes de crins noirs et d'une laine rougeâtre, lui prouvèrent que ce mammouth en était entièrement revêtu. En effet, la masse de poils que les chiens et les autres animaux avaient laissée en dévorant les chairs pesait plus de 30 livres. Cet animal était mâle; ses défenses, que M. Adams retrouva et racheta à Iakoutsk, étaient longues d'environ 12 pieds en suivant leur courbure; une seule pesait 280 livres. Sa tête, sans les défenses, en pesait plus de 400. M. Adams observa que l'animal devait avoir une queue très-courte et épaisse. La peau est d'un gris foncé; elle ne diffère de celle des éléphans des Indes que parce qu'on n'y distingue pas les points bruns qu'on remarque dans la peau de ces derniers. Les poils dont il

était couvert sont de trois sortes : les plus longs, qui ressemblent à des crins, ont 12 à 15 pouces : leur couleur est brune; d'autres n'ont que 9 à 10 pouces : ils sont plus minces et de couleur fauve; enfin, une laine de 4 à 5 pouces de longueur, mais fine et douce, et de couleur fauve clair, garnissait la racine des autres. Tout annonce donc dans le mammouth un animal destiné à vivre dans une contrée froide avec les rhinocéros de la même espèce que celui de Vilhoui (1).

Les défenses du mammouth sont généralement très-grandes, plus ou moins arquées en spirales et dirigées en dehors, de manière que celle de gauche et celle de droite se distinguent facilement, parce que le côté extérieur est toujours usé par les frottemens que leur a fait subir l'animal. Sa taille ne dépassait généralement que de deux à trois pieds celle de l'éléphant des Indes, qui en atteint ordinairement neuf de hauteur; mais il avait des formes plus trapues, et quoique l'espèce des Indes soit celle dont il se rapproche le plus, on remarque entre ces deux animaux, dit M. Cuvier, plus de différence qu'il n'y en a entre l'âne et le cheval (2).

Le mammouth n'était point un animal particulier à l'Asie septentrionale; malgré les longs poils qui recouvraient sa peau il habitait plusieurs contrées méridionales de l'Europe orientale. En 1820 on en découvrit un fémur sur les bords du Boug, à quelques lieues de l'embouchure de cette rivière dans le Dnieper; il annonce un animal de 15 pieds de hauteur : on en voit un fragment dans le Muséum d'histoire naturelle de Paris; celui de Pétersbourg

(1) *Mémoires de l'académie de Pétersbourg* : année 1815.

(2) Voyez dans l'*Encyclopédie méthodique*, Dictionnaire de Géographie physique, notre article *Ossemens fossiles*; et dans les *Annales des Sciences naturelles*, t. X, notre mémoire intitulé : *Quelques considérations géologiques sur la présence des débris d'animaux vertébrés dans les différentes couches de notre globe.* J. H.

en possède un crâne long de 4 pieds qui fut découvert près du Volga, dans une couche de sable ferrugineux : le même établissement en renferme une mâchoire gigantesque qui fut mise à découvert par les flots de la mer à peu de distance d'Azof.

Il paraît que tous les restes de mammouth se rapportent à la même espèce; mais il n'en est pas de même de ceux des rhinocéros. M. Cuvier a divisé ceux-ci en quatre espèces : celle à narines cloisonnées qu'il appelle *rhinoceros tichorhinus*, appartient plus spécialement à la Sibérie; celle dont les os du nez sont plus minces, et qu'il nomme pour cette raison *leptorhinus*, se trouve en Italie; il donne le nom d'*incisivus* à celle que l'on trouve en Allemagne, parce qu'elle est munie de dents incisives; enfin la plus petite espèce, appelée *minutus*, et qui dépassait à peine la taille du tapir ordinaire, a été trouvée en France, dans les environs de Moissac (1).

Un savant naturaliste étranger a reconnu dans des ossemens fossiles découverts en Sibérie, un animal qui n'existe plus sur la terre et qu'il a nommé *elasmotherium* (2). M. Cuvier présume qu'il devait tenir à la fois de l'éléphant, du cheval et du rhinocéros dont il avait à peu près la taille, et qu'il se nourrissait de graminées.

L'innombrable quantité d'ossemens fossiles d'éléphans a de quoi fatiguer l'imagination la plus familiarisée avec l'idée de la fécondité de la nature, lorsque l'on considère que depuis les temps les plus reculés, l'ivoire fossile est connu; que Théophraste et Pline en ont parlé, et que, dans les temps modernes, on en a découvert en Espagne, en Italie, en France, en Allemagne, en Bohème, en Hongrie, en Suède, en Danemark, dans presque toute l'Europe, en

(1) M. *G. Cuvier :* Recherches sur les ossemens fossiles.

(2) M. *Gotelf de Fischer :* Mémoires de la société impériale des naturalistes de Moscou.

Amérique et dans l'Asie septentrionale. On en connaît plusieurs espèces; elles sont ordinairement plus grandes que celles qui vivent dans les contrées méridionales de l'Asie et de l'Afrique; on peut s'en faire une idée par les dimensions de leurs défenses : la plupart dépassent 8 pieds de longueur, et quelques unes ont au-delà de 13 pieds.

Plusieurs auteurs ont imaginé que les débris de rhinocéros et d'éléphans que l'on trouve en si grande quantité jusque dans les contrées les plus septentrionales de l'Asie prouvaient que ces contrées avaient jadis éprouvé la même température que sous les tropiques, et que ce n'était que depuis que le climat en avait changé que ces animaux avaient péri. Il faut avouer que la question est difficile à résoudre. M. Cuvier nie la possibilité d'un changement graduel de température : « en effet, dit-il, en parlant du rhinocéros qui fut trouvé revêtu de sa peau, comment serait-il arrivé des Indes, ou d'un autre pays chaud, sans se dépecer? comment se serait-il conservé, si la glace ne l'eût saisi subitement? et comment l'eût-elle pu saisir de cette manière, si le changement de climat eût été insensible? »

Un changement subit de climat, dans l'une des grandes contrées de la terre, est inadmissible en physique, si l'on suppose qu'il ne puisse être produit que par un changement également subit dans l'axe de la terre : ce dont le savant Laplace a prouvé l'impossibilité. Mais le soulèvement des grandes chaînes de montagnes, prouvé par tant de faits qu'il n'est pas un savant familiarisé avec les questions géologiques qui se refuse à l'admettre, ne peut-il pas conduire à la solution de cette grande question? Déjà M. de Humboldt a reconnu en parcourant l'Asie que les monts Ourals ont dû être soulevés à une époque assez récente. D'autres faits rapportés par ce savant expliquent la conservation des grands animaux qui nous occupent. Ainsi il est constant que depuis le 54e jusqu'au-delà du

63e parallèle, la terre conserve une très-basse température pendant les grandes chaleurs de l'été. Sous le 62e degré le sol reste gelé à 12 ou 15 pieds de profondeur; à Iakoutsk, à 4 degrés et demi, au sud du cercle polaire la glace souterraine est un phénomène général et perpétuel. On peut donc concevoir comment du 62e au 72e degré de latitude, de Iakoutsk à l'embouchure de la Lena, l'épaisseur de cette couche de terre congelée doit augmenter rapidement. On peut par conséquent concevoir aussi comment dans le nord de la Sibérie on trouve de grands animaux fossiles qui ont conservé leur chair et leur peau.

Quant à la cause qui doit avoir changé brusquement la température de cette contrée, ne pourrait-elle pas être attribuée au soulèvement de l'Oural et de l'Altaï qui, en élevant le sol de la Sibérie, en la privant de l'influence des vents du sud pour la livrer au souffle glacial de Borée, aurait tout à coup fait périr des animaux qui y vivaient auparavant à la faveur d'un climat tempéré?

Au surplus voici comment M. de Humboldt explique le phénomène qui nous occupe.

« Parmi les animaux, quelques unes des races les plus vigoureuses se sont retirées sans doute vers le sud et ont vécu quelque temps encore dans des régions plus rapprochées des tropiques. Des espèces ou des variétés (je rappelle les lions de l'ancienne Grèce, le tigre royal de la Dzoungarie, la belle panthère Irbis à longs poils de la Sibérie) sont allées moins loin; elles ont pu, par leur organisation et les effets de l'habitude, s'acclimater au centre de la zone tempérée, et même (c'est l'opinion de M. Cuvier relativement aux pachydermes à poils épais) à des régions plus boréales. Or, si dans une des dernières révolutions qu'a éprouvées la surface de notre planète, par exemple dans le soulèvement d'une chaîne de montagnes très-récente, pendant l'été sibérien, des éléphans à mâchoire in-

férieure plus obtuse, à dents mâchelières plus étroitement et moins sinueusement rubanées ; si des rhinocéros à deux cornes, très-différens de ceux de Sumatra et d'Afrique, ont couru vers les bords du Vilhoui et vers l'embouchure du Lena, leurs cadavres y ont trouvé, dans toutes les saisons, à la profondeur de quelques pieds, d'épaisses couches de terre congelée, capables de les garantir de la putréfaction. De légères secousses, des crevassemens du sol, des changemens dans l'état de la surface bien moins importans que ceux qui ont eu lieu encore de nos jours sur le plateau de Quito ou dans l'archipel des Grandes-Indes, peuvent avoir causé cette conservation des parties musculaires ou ligamenteuses d'éléphans et de rhinocéros. La supposition d'un refroidissement subit du globe ne me paraît par conséquent aucunement nécessaire. Il ne faut pas oublier que le tigre royal, que nous sommes accoutumés à appeler un animal de la zone torride, vit encore aujourd'hui en Asie depuis l'extrémité de l'Hindoustan jusqu'au Tarbagataï, au haut Irtyche et aux steppes des Kirghizes, sur une étendue de 40 degrés en latitude, et que de temps en temps, en été, il fait des incursions cent lieues plus au nord. Des individus de cette race qui arriveraient dans le N. E. de la Sibérie, jusqu'au parallèle de 62° et 65°, pourraient, par l'effet des éboulemens, ou sous d'autres circonstances peu extraordinaires, offrir, dans l'état actuel des climats asiatiques, des phénomènes de conservation très-semblables à ceux du mammouth de M. Adams et des rhinocéros du Vilhoui. J'ai cru devoir soumettre aux naturalistes et aux géologues ces considérations sur la température habituelle du sol dans le nord de l'Asie, et sur la distribution géographique d'une même espèce de grands carnassiers (le tigre royal) depuis la zone équatoriale jusqu'à la latitude du nord de l'Allemagne. On ne confondra pas, j'ose m'en flatter, ce qui est du domaine des hypothèses probables et ce qui

appartient aux élémens numériques de la climatologie susceptibles de précision et d'un haut degré de certitude (1). »

Il en est du *mastodonte* comme du mammouth; la patrie du premier est principalement l'Amérique, comme celle du second est l'Asie. Rival de l'éléphant par sa taille, semblable à lui par sa trompe et par ses longues défenses, le mastodonte en différait par la forme de ses dents qui, au lieu d'être plates, sont mammelonnées ou tuberculeuses. C'est sur le territoire des États-Unis que cet animal fut d'abord découvert, mais depuis que la forme caractéristique de ses dents est bien connue, le nombre de ses espèces s'élève à six, qui ont habité diverses contrées de la terre. C'est à l'une des plus petites qu'appartiennent quelques ossemens très-bien conservés qui ont été découverts, depuis peu, avec d'autres ossemens, aux environs d'Issoire, dans une localité que nous avons eu occasion d'examiner, et qui est couverte d'environ trois cents pieds de produits volcaniques.

Dans les terrains d'alluvion qui renferment la plupart des grands animaux fossiles dont nous venons de parler, on trouve plusieurs espèces d'hippopotames, d'ours, d'hyènes et de cerfs, dont quelques unes étaient d'une taille gigantesque en comparaison de celles qui existent, enfin de divers bœufs et de chevaux, tous plus ou moins différens de la plupart de ces animaux vivans.

Leur destruction semble avoir été dans nos régions tempérées le résultat de plusieurs inondations produites, non par des pluies semblables à celles du déluge de la Genèse, mais par la rupture de certains lacs qui, placés sur des plateaux élevés, formèrent plusieurs déluges partiels, en répandant leurs eaux sur des terrains situés au-dessous d'eux. C'est à la même cause provoquée peut-être aussi par le soulèvement de certaines montagnes qu'il faut attribuer

(1) *Humboldt :* Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques.

ces dépôts argileux, si riches en ossemens, qu'ils ont reçu le nom de brèches osseuses, et qui remplissent les fentes de certains rochers calcaires situés sur les bords de la Méditerranée. Les ossemens que l'on trouve dans ces brèches appartiennent à des ruminans, à des lapins, à des campagnols, à des bœufs et à d'autres animaux qui diffèrent si peu de ceux de nos jours, quoiqu'ils paraissent avoir appartenu à des climats différens, qu'ils semblent avoir été compris dans l'une des dernières inondations qui ont sillonné la surface de la terre.

Les mêmes inondations qui ont rassemblé dans les terrains d'alluvion les ossemens des divers animaux que nous venons de nommer, semblent avoir entraîné dans la plupart des cavernes naturelles les carnassiers et les herbivores qu'on y a reconnus (1). La disposition des différentes cavités qui constituent ces cavernes, ne permet point de supposer que les herbivores y aient été entraînés par des carnassiers qui en faisaient leur demeure, puisque les plus remarquables de ces cavernes, telles que celles du Harz, celles de la Bavière, celles que l'on connaît sur le revers des Alpes, le long de la route de Laybach à Trieste, sont formées de diverses cavités qui communiquent des unes aux autres par des puits et des galeries placés à des niveaux très-différens; et que les premières comme les dernières

(1) On n'est point d'accord sur l'origine de ces cavernes : les uns n'y voient que le résultat d'une désagrégation naturelle qui s'opère dans certains calcaires des terrains de sédimens moyens et supra-inférieurs; d'autres veulent qu'elles aient été creusées par des eaux souterraines. Mais comment ces eaux auraient-elles pu se rassembler dans les entrailles de la terre, si elles n'y avaient pas trouvé des cavités déjà toutes formées? Enfin on a supposé, avec plus de raison, que ces excavations si vastes, ou qui n'ont quelquefois qu'une étroite ouverture, avaient pu être formées par l'action de certains gaz sur la matière de la roche encore molle, et qui, cherchant à se dégager à l'extérieur, ont étendu dans différens sens ces cavités jusqu'à ce qu'ils aient pu trouver une issue en se frayant un passage. J. H.

des grottes qui composent une même caverne, sont presque également remplies d'ossemens. Cependant quelques unes paraissent avoir servi de repaire aux carnassiers dont on y trouve les débris; celle de Kirkdale en Angleterre, et celle de Lunel-Vieil, près de Montpellier, semblent avoir été de ce nombre. Dans l'une et dans l'autre, le nombre des os de ruminans est beaucoup plus considérable que celui des carnassiers; de plus, ils présentent les traces des coups de dents de ces animaux, et, bien que les dernières inondations aient pu y entraîner un grand nombre d'autres ossemens, elles paraissent bien avoir dû servir d'asile à la plupart des carnivores dont on y reconnaît les débris. Dans la caverne de Kirkdale, les carnassiers sont des tigres, mais principalement des hyènes : on y a remarqué aussi des os de renards et de belettes mêlés à un grand nombre de débris d'éléphans, de rhinocéros, d'hippopotames, de chevaux, de bœufs, de cerfs, de lapins, de campagnols et de rats. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'on y a retrouvé des excrémens fossiles parfaitement semblables à ceux de l'hyène. La même observation a été faite dans la caverne de Lunel-Vieil, et de plus, on y a reconnu trois espèces distinctes de cet animal : jusqu'à ce jour, on ne connaissait que l'espèce qui paraît se rapporter à celle du Cap, l'hyène tachetée; aujourd'hui il paraît certain que la même caverne recèle les os de deux autres espèces dont l'une se rapproche de l'hyène rayée, et l'autre de l'hyène brune; mais en général ces animaux fossiles sont d'une taille plus élevée que celle des hyènes vivantes. Il n'est pas étonnant que dans les deux cavernes de Kirkdale et de Lunel-Vieil qui renferment à peu près les mêmes débris de carnassiers et d'herbivores, le nombre d'ossemens de ces derniers soit pour ainsi dire prodigieux. On sait que l'hyène se nourrit rarement d'animaux vivans; sa poltronnerie naturelle l'empêche d'attaquer les animaux même plus petits qu'elle : un

chien lui fait prendre la fuite; mais elle s'empare de tous les cadavres qu'elle rencontre et les emporte dans sa retraite, où, souvent, elle les accumule.

Les grandes cavernes de l'Allemagne diffèrent de celles des environs de Montpellier et de Kirkdale, moins par le nombre des ossemens de ruminans, que par celui des carnassiers qui y sont ordinairement très-variés. D'après les calculs d'un savant, il paraît que sur cent os trouvés dans celle de Gailenreuth en Bavière, il y en a presque toujours quatre-vingt-sept de diverses espèces d'ours, trois de gloutons, deux de tigres ou de lions, cinq de renards ou de putois, et trois d'hyènes. Presque tous ces animaux diffèrent de ceux qui vivent encore.

Ce n'est que dans les dépôts très-récens, comme ceux des tourbières de différentes contrées, que l'on trouve des restes d'animaux tout-à-fait semblables à ceux de nos jours; cependant on voit encore, par leur taille, que l'homme, leur ennemi déclaré, n'exerçait point sur la terre un empire aussi absolu qu'aujourd'hui; il n'y était certainement point en aussi grand nombre. Les ossemens de bœufs y dépassent en grandeur cet *aurochs* qui habitait jadis les forêts de la Gaule, et qui ne se retrouve plus que dans quelques unes de celles de la Lithuanie. Les daims, les cerfs et les élans, étaient d'une haute stature, et portaient des bois dont les dimensions surpassent de beaucoup ceux de ces animaux qui peuplent encore nos contrées ou les forêts septentrionales.

Nous n'avons point parlé des dépouilles de l'homme parce qu'il n'est pas encore suffisamment prouvé que les ossemens humains que l'on a trouvés dans les cavernes ou dans les brèches osseuses, appartiennent réellement à la même époque que les débris d'animaux perdus qu'ils accompagnent. Les faits les mieux constatés semblent devoir faire admettre que l'homme ne parut sur la terre qu'après l'époque de ces

grandes inondations qui accumulèrent tant d'animaux dans les terrains d'alluvion, dans les brèches et dans les cavernes. Ce n'est que dans les terrains tourbeux qu'il a laissé des traces de son existence; il est tellement nouveau sur ce globe dont il s'est rendu le maître, que tout porte à le considérer, pour la date de sa naissance, comme le dernier chef-d'œuvre de la création, selon l'esprit de la Genèse.

De l'ensemble de tous les faits que nous venons d'exposer, on ne peut se dispenser de tirer plusieurs conséquences: c'est que les plantes et les mollusques sont les plus anciens corps organisés dont on retrouve des traces; que les poissons commencent la série des vertébrés, et que leurs dépouilles devraient être extrêmement nombreuses, s'ils étaient en proportion des animaux à coquilles; que leur nombre est moins considérable que celui de ces derniers, parce que leurs corps se corrompent plus facilement, et que beaucoup d'espèces servent de nourriture aux autres; que les reptiles marins ont succédé aux premiers poissons; que plusieurs de ceux-ci semblent, par diverses nuances dans leurs formes, avoir servi de passage aux reptiles qui vivent encore, mais que ces passages ont été si lents que des crocodiles conservés depuis 4000 ans dans les catacombes de Thèbes, et comparés à ceux qui vivent dans le Nil, n'ont offert aucune différence aux recherches des anatomistes; qu'après les premiers reptiles paraissent les mammifères marins; que les premiers continens furent habités par des volatiles avant de l'être par des mammifères herbivores auxquels se sont joints ensuite les animaux carnassiers; que les quadrumanes, ou, si l'on veut, les singes, sont postérieurs à la création de tous les animaux fossiles, et qu'on n'en trouve pas plus de débris que d'ossemens humains; qu'enfin les diverses espèces d'animaux dont on retrouve les traces, prouvent de la manière la plus évidente cette grande vérité, si féconde en résultats philosophiques,

que, plus les couches qui forment l'écorce de notre planète sont anciennes, plus les animaux qu'elles recèlent s'éloignent des genres et des espèces qui couvrent aujourd'hui sa surface, et que ce n'est que dans les dernières couches que l'on retrouve des espèces qui offrent plus ou moins d'analogie ou de ressemblance avec les êtres vivans.

LIVRE TRENTE-NEUVIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Aperçu des systèmes géologiques ou des opinions sur la formation du Globe.

Rien n'arrête l'essor de la curiosité humaine; en vain la terre, les eaux et les airs, en nous offrant mille difficultés insolubles, nous ont-ils rappelé l'impuissance de notre esprit : nous ne connaissons qu'imparfaitement ce qui existe autour, et nous osons rechercher comment tout a commencé à exister! Nous prétendons remonter de l'état présent de la terre à l'état qui l'a précédé, et ainsi de suite en suite, jusqu'à l'origine du globe; nous voulons tracer l'histoire de la terre, d'après des inductions et des analogies : quelle témérité! Dans le cours de cet ouvrage, on a vu que la géographie physique ne peut s'empêcher de lier ensemble quelques faits qui se reproduisent souvent, et d'en tirer des conclusions générales; elle est même forcée quelquefois de présenter les faits d'une manière hypothétique, parce que les observateurs nous ont fourni leurs remarques sous cette forme. Mais la géographie physique n'adopte ni n'affirme que ce qui est prouvé par l'expérience. Les systèmes géologiques, au contraire, ont pour but avoué d'expliquer la marche des révolutions inconnues, d'après des monumens souvent équivoques; ils se permettent de suppléer au silence des faits par des analogies; et ainsi, d'hypothèse en hypothèse, ils décomposent le globe et le recomposent, comme si ce vaste corps était un petit morceau de métal, que le chimiste pût fondre dans son creuset.

D'abord, la partie du globe qui nous est connue, n'est qu'une millième partie, tout au plus, de son volume entier.

Nos fouilles à peine effleurent la terre; la masse des observations est infiniment petite, et cependant on accorde à la spéculation une sphère immense.

L'argument le plus fort contre la possibilité d'une théorie de la terre, paraît être donné par la considération de cette admirable *mécanique céleste*, dont les lois immuables maintiennent les globes dans leur position respective et leur dépendance mutuelle. Il est difficile de concevoir dans ce système du monde, si bien prouvé par l'astronomie, un dérangement partiel qui n'influe sensiblement sur le tout ensemble. Or, la géologie spéculative ne vit que de dérangemens et de bouleversemens. Les changemens des pôles, les augmentations et diminutions du volume de la terre, les immenses enveloppes d'eau pour tenir toutes les substances terrestres en dissolution, le refroidissement, le desséchement et tant d'autres grandes révolutions hypothétiques, nécessaires dans la théorie de la terre, n'ont guère pu avoir lieu, sans altérer l'équilibre établi par la gravitation universelle.

Telles sont les raisons qui nous semblent prouver *à priori* l'impossibilité d'établir aucun système général sur la formation primitive du globe.

Presque toutes les anciennes opinions géologiques se rapportent à deux bases, l'une adoptée par les vulcanistes, l'autre préférée par les neptuniens.

Les premières disent : la terre fut au commencement dans une fusion ignée; elle s'est refroidie, elle n'a été couverte des eaux que dans la suite. Les forces qui lui donnèrent sa figure actuelle, furent l'air et le calorique, ou le feu. Les terres ont été soulevées par une force intérieure; les bouleversemens ont été occasionés par des éruptions volcaniques. Les terrains de transport ont été formés par les débris des terrains supérieurs.

Les neptuniens assurent que la terre se trouvait dans une

dissolution aquatique et froide, du moins jusqu'à une certaine profondeur. Les corps solides se formèrent par dessèchement, par précipitation, par cristallisation, etc. L'Océan ancien s'est retiré, ou a disparu. Les terres se sont bouleversées, en s'affaissant par leur propre poids. Les terrains tertiaires se sont formés dans le sein des eaux.

Ces idées, plus ou moins développées et approfondies, diversement nuancées et mêlées, constituent la base de toutes les théories de la terre, recueillies par le savant *Delamétherie* (1).

Les Égyptiens paraissent avoir tenu pour le système neptunien. Les eaux avaient, selon eux, couvert toute la terre; elles s'étaient enfouies dans les vastes cavités qu'ils supposaient exister dans l'intérieur du globe; ils croyaient qu'elles en pourraient ressortir un jour. Une grande île ou un continent, selon eux, s'était affaissé dans le sein des mers; ils le nommaient l'*Atlantide*. C'est Platon qui nous a transmis ces restes du système égyptien (2).

Il paraît que les Hébreux et les Chaldéens avaient les mêmes idées que les Égyptiens, excepté que les Chaldéens croyaient à l'existence d'un fluide central, semblable à l'atmosphère, et qu'ils considéraient le globe comme ayant été deux fois couvert des eaux, d'abord par les eaux chaotiques, ensuite par un *déluge universel*. La cause de ce déluge était, selon les Chaldéens, *le changement de l'axe* du globe, produit par une attraction irrégulière des planètes supérieures. Chez les Hébreux, ce déluge figure comme un miracle opéré par la toute-puissance.

Les plus anciens écrits des Hébreux attribués à leur législateur Moïse, nous ont conservé, encore très-complètement, une tradition intéressante, dont les traces se retrou-

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, t. V, p. 280-533.

(2) *Plato*, in Timæo. *Id.*, in Cratea. *Manethon*, Epit. natur. *Hecat.*, de Philos. *Ægypt.*, lib. I.

vent chez beaucoup d'autres peuples, savoir, celle de *six époques* géogoniques ou d'une formation successive du globe. Si les Hébreux parlent de *six jours*, et les Étrusques de *six mille ans;* si les Indiens ont étendu ces époques à des millions d'années, cela ne change rien au fond de l'idée, et ces expressions, toutes contradictoires qu'elles paraissent, ne sont que des tournures diverses du langage poétique et prophétique des peuples anciens. M. *Deluc*, dont la foi chrétienne n'est pas suspecte, n'a jamais cru pouvoir expliquer le système géogonique de Moïse, autrement qu'en prenant le mot *jour*, dans un sens figuré, pour une époque quelconque. Tout théologien instruit sait que, pour expliquer les prophètes hébreux, et surtout Daniel, on a recours à la même méthode d'interprétation (1).

On s'aperçoit facilement que ces systèmes neptuniens sont nés dans les *pays nouveaux* qui ont été formés par la retraite lente ou subite de la mer, tels que l'Égypte, la Chaldée, les bords du golfe Arabique. Quant aux déluges universels survenus après le premier desséchement du globe, il est remarquable qu'on les représente la plupart du temps comme *subits* et de *peu de durée*. On ne voit pas comment de semblables révolutions auraient pu s'opérer, à moins d'adopter l'idée que le globe terrestre soit creux dans son intérieur, et que les terres s'y soient enfoncées. Ainsi, la formation des montagnes, par affaissement, a dû nécessairement faire partie de tous les systèmes géogoniques qui procèdent par la voie humide.

Le système volcanique paraît également être né chez quelques nations orientales; car ceux des Grecs qui le pro-

(1) Comp. *Deluc*, Lettres à Blumenbach, 1798. *Id.*, Traité de géologie, 1809. La Géogonie, en 2 vol., en allemand, par *Silberschlag*, Berlin, 1780, contient une très-bonne explication du système mosaïque, régardé du point de vue historique. Le célèbre orientaliste *Eichhorn*, à Gottingue, l'a expliqué sous le rapport poétique; voyez son *Répertoire de littérature biblique et orientale*, tome IV.

fessaient, avaient puisé leur instruction dans l'orient. A ce système appartient l'hypothèse du *soulèvement des montagnes*, à laquelle quelques prophètes hébreux, bien postérieurs à Moïse, semblent avoir fait allusion.

Bélus, législateur assyrien, paraît avoir admis que la terre se trouve périodiquement dans un état de conflagration universelle, et dans celui d'une inondation générale (1). Suivant un passage de Trogue Pompée (2), les deux systèmes qui attribuent l'origine du monde au feu et à l'eau, partageaient les suffrages des philosophes de l'Orient. Ceux qui adoptaient le premier, pensaient que la terre s'était successivement refroidie en commençant par les pôles; leurs antagonistes soutenaient que la mer s'était retirée peu à peu.

Les idées des Orientaux fournirent aux Grecs le fond sur lequel ils ont brodé toutes leurs rêveries géogoniques. *Thalès* apporta d'Egypte le système neptunien, qui fut probablement celui de tous les anciens poètes et théologiens grecs (3). *Homère* semble l'adopter (4). Aristote et Plutarque indiquent les raisons sur lesquelles ces anciens neptuniens se fondaient; elles se réduisent à une seule, savoir, que l'on voit les animaux, les plantes, et même le feu, naître de l'humidité.

Les tableaux que Lucrèce, Virgile et Ovide nous tracent de la première formation du globe terrestre, renferment toutes les idées principales des théories neptuniennes modernes : dissolution dans un vaste fluide ou dans le chaos, précipitation chimique par attraction ou affinité, précipitation mécanique par sédiment; enfin, coagulation et consolidation.

(1) *Berosus*, ap. *Senec.*, Quæst. nat., III, cap. XXIX. — (2) *Justin*, Hist. epit., lib. II, cap. I. *Cicer.*, de nat. Deor., I, quæst. academ. IV. *Sen.*, Quæst. nat. III, 13.

(3) Iliad. XIV, 246. — (4) *Aristote*, Metaphys., lib. I, cap. III. Comp. *Id.*, Meteorol., I, XIV. *Plut.*, de Placitis philosophorum, lib. I, c. III.

Le nombre de philosophes grecs qui attribuaient exclusivement au *feu élémentaire* l'origine de la terre, ne paraît pas avoir été considérable ; car on ne saurait affirmer que telle fut l'opinion de Pythagore, quoiqu'il regardât l'âme de tous les êtres comme une parcelle du feu divin. L'obscur Héraclite dit le premier que « le feu a tout formé et peut tout dissoudre (1). » Les stoïciens, selon Cicéron, auraient partagé cette opinion ; mais Sénèque déclare, au contraire, qu'ils regardaient l'eau comme le principe du monde. Au surplus, quand Héraclite disait « que la terre était le sédi- » ment le plus épais du feu, que l'eau était de la terre dis- » soute par le feu, et l'eau vaporisée formant l'air (2), » il est évident qu'il ne pensait point au système des vulcanistes ; il ne faisait que composer une philosophie corpusculaire générale.

Il en fut de même à l'égard de ceux qui créaient la terre et le monde en général par le concours de molécules ou *atomes*, épars dans le vide. Dans les *atomes* de Démocrite et d'Epicure, qui s'attachaient l'un à l'autre au moyen de quelques petites inégalités de figures, lesquelles faisaient, pour ainsi dire, fonction de crochets, dans les *corpuscules qui s'aiment*, et qui s'attirent en vertu de leur nature semblable (3), on croit voir toutes les bases de notre théorie des affinités chimiques, et par conséquent de nos géologies les plus modernes et les plus vantées. La réunion des atomes est bien évidemment la même chose que l'*attraction simple* des molécules ; et si l'on dit : ces corpucules aiment à se réunir, parce qu'ils sont d'une nature semblable, ou : ces molécules tendent à se réunir par une *attraction élective*, toute la différence ne consiste que

(1) *Dio. Laert.*, lib. IX. *S. Justin.* Parœnet. ad Græcos. *Stob.*, Physic. eclog. I, c. XIII.

(2) *Plut.*, de Placit. philosoph., I.

(3) « Paresque cum paribus jungi res, etc. » *Lucret.*

dans un peu plus ou moins de précision dans les termes.

L'idée de Franklin qui fait tout naître de l'air, avait été proposée par Anaximène de Milet, dont les opinions sont sans doute défigurées par les esprits bornés qui l'accusent d'athéisme (1).

Les Grecs ne se bornèrent pas à ces systèmes généraux; ils se formèrent des hypothèses plus positives, fondées sur les faits qu'offrait la géographie physique des contrées alors connues. L'écoulement des lacs ou étangs marécageux qui couvraient la Thessalie avant la formation ou plutôt avant l'agrandissement de la vallée de Tempé (2), fit naître l'idée que toutes les méditerranées, et spécialement le Pont-Euxin, avaient été originairement des lacs fermés auxquels des révolutions violentes avaient ouvert une issue. *Xanthus* et *Straton* ayant observé que le sol de la Haute-Asie renfermait des coquillages de mer, en conclurent avec beaucoup de raison que ces contrées avaient été couvertes d'eaux marines (3); mais lorsque Straton prétend expliquer ce phénomène commun à tout le globe par une cause locale, par l'existence d'une ancienne méditerranée, formée de la réunion du Pont-Euxin avec la mer Caspienne, il tombe dans une erreur grave. Nous prouverons, dans l'endroit convenable, qu'une semblable méditerranée n'a point existé depuis le commencement des temps historiques. De même que les grandes révolutions causées par les débâcles des grands lacs et des mers intérieures, paraissent absolument antérieures à l'existence du genre humain, les déluges, causés par le dérangement de la mer, appartiennent à un âge que l'histoire ne connaît point. La considération des débris d'animaux met ces vérités hors de

(1) *Plut.*, de Placit. *Stob.*, l. c. *August.*, de Civ. Dei, VIII, 2. *Cic.*, de Nat. Deor., I.

(2) *Herod.*, VII, 129, 130. *Strab.*, IX, 667. Almel. *Lucan.*, VI, 364, etc., etc.

(3) *Strab.*, Géogr., I, 85. Alm.

doute (1). Mais la Grèce, par la nature de son sol, dut éprouver beaucoup d'éboulemens et d'excavations, par conséquent beaucoup d'inondations particulières ; le *déluge de Deucalion* désola la Thessalie, et spécialement le canton montagneux nommé *Hellas* (2) ; celui d'*Ogygès* bouleversa la Béotie (3). Naturellement, les traditions populaires rattachèrent à ces catastrophes qui avaient frappé des provinces entières, chaque ancienne inondation dont le souvenir s'était conservé dans quelque canton. Ainsi, un seul *entonnoir*, peu considérable, fut montré dans l'Attique, comme monument du déluge de Deucalion : c'était par là, disait-on, que s'étaient écoulées toutes les eaux de cette inondation (4). Douze ou quinze siècles après l'époque assignée à ces événemens, des historiens sont venus rassembler ces traditions éparses, et en composer les brillans tableaux de prétendus déluges universels, inconnus aux auteurs plus anciens (5). D'autres écrivains grecs, peu satisfaits de ces débâcles, de ces irruptions et déluges, inventèrent l'hypothèse du desséchement successif de la mer. Aristote leur objecta qu'ils tiraient des faits authentiques une conclusion fausse : « il est vrai, disait ce grand naturaliste, » que plusieurs contrées, jadis couvertes d'eau, sont main» tenant réunies au continent ; mais le contraire arrive » aussi, la mer a fait plusieurs irruptions (6). » L'hypothèse des atterrissemens fut aussi proposée : Polybe s'imagina que le Pont-Euxin se comblerait par la vase qu'y apportent les rivières (7) ; mais deux mille ans n'ont point suffi pour réaliser cette prophétie géologique. Le fleuve Pyramus de

(1) Voyez ci-dessus, Liv. XXXVIII. — (2) *Apollod.*, I, c. 7. *Arist.*, Meteorol. I, 14. — (3) *Varro*, de R. R., III, Comp. *Fréret*, Mémoire sur les déluges d'Ogygès et de Deucalion. *Académie des Inscriptions*, t. XXIII, p. 129. — (4) *Pausan.*, I, cap. 18. — (5) *Diod.*, V, 49. *Lucian.* de Dea Syra. *Plut.*, de Solert. anim.

(6) *Arist.*, loc. cit. — (7) *Polyb.*, Hist. l. IV, cap. 40-42. Édition Gronov. I, p. 428-433.

Cilicie n'a pas non plus porté ses atterrissemens jusqu'aux rivages de Chypre, comme l'avait annoncé un oracle. Enfin, pour achever de parcourir le cercle des systèmes géologiques, plusieurs Grecs attribuèrent aux éruptions volcaniques des effets plus considérables que ceux dont nous avons des témoignages historiques. Strabon pense qu'elles peuvent soulever et engloutir des contrées entières, et il cite pour preuve deux bourgs du Péloponèse, abîmés à la suite d'un tremblement de terre (1).

Parmi les modernes, *Palissy* (2) annonça le premier des idées saines sur les coquilles fossiles; il réclama contre le préjugé qui voulait n'y voir que des jeux de la nature; il osa même soutenir que ces débris fossiles d'animaux marins étaient trop abondans pour avoir pu être apportés dans les lieux où ils se trouvent, par un déluge instantané comme celui dont Moïse nous a conservé le souvenir (3). Ces vérités étaient trop fortes pour le siècle où vivait Palissy; elles furent mal appréciées. *Stenon* les démontra de nouveau (4), et partant de cette base, il prétendit que les couches de la terre ont dû être formées comme des sédimens dans un fluide, et que les montagnes doivent leur origine à l'affaissement et aux ruptures des couches originairement horizontales (5).

L'anglais *Burnet*, homme de beaucoup d'esprit, mais qui n'avait pas observé les phénomènes, créa le premier une théorie complète (6). Avant le déluge, dit-il, la surface de la terre était plane, sans montagnes, sans vallées. Toutes les matières s'étaient disposées autour du centre du globe, conformément à leur pesanteur; l'eau surnagea de toutes parts (7). Cependant, des matières huileuses plus légères que l'eau, formèrent peu à peu une dernière couche qui enve-

(1) *Strab.*, I, 54. Édit. de 1620. — (2) A. 1581. — (3) Encyclopédie méthodique. Géographie physique, I, art. *Palissy*. — (4) A. 1669. — (5) *Stenon*, Dissert. de solido intra solidum. — (6) A. 1681. — (7) Theoria telluris sacra, etc. Londres, 1681.

loppait les eaux et tout le globe. Sur cette croûte extrêmement fertile, vivaient dans un printemps perpétuel les générations antédiluviennes. Le déluge fit tout changer de face, la croûte se dessécha, et les eaux accrues firent des efforts contre cette enveloppe légère; elle creva et s'écroula dans l'abîme des eaux. Sa chute fit changer l'axe du globe, et par conséquent la température des climats. Les bords redressés de la croûte formèrent nos montagnes.

Il n'est pas nécessaire de démontrer à nos lecteurs combien ce système, puisé dans la seule observation des îles flottantes, est peu suffisant pour expliquer la naissance de ces lourdes et dures roches dont se composent les montagnes.

Descartes (1) et *Leibnitz* (2) prirent un essor plus audacieux : la terre, disaient-ils, est un petit soleil qui s'est couvert d'une croûte opaque, laquelle, en s'affaissant, a donné naissance aux montagnes. Leibnitz considérait toute la masse du globe comme ayant été vitrifiée, idée dont Buffon s'est emparé.

Un autre système arbitraire fut proposé par l'anglais *Whiston* (3). Cet astronome regarde la terre comme une comète qui aurait quitté sa marche primitive, par une cause qu'il n'indique point, pour prendre la marche circulaire d'une planète; n'étant plus sujette à des alternatives d'un extrême échauffement et d'un extrême refroidissement, la matière chaotique de l'ex-comète se précipita selon les lois de la pesanteur spécifique. Une partie de la chaleur primitive de la comète se conserva dans son centre; ce centre était entouré d'eau, la croûte extérieure du globe était d'une fertilité extraordinaire, et les hommes vivaient plusieurs siècles. Mais la trop grande chaleur leur

(1) A. 1670. Principes de philosophie, part. IV, n° 2. — (2) A. 1683 *Protogæa*, in Act. erud. — (3) A. 1708. A new Theory of the earth. Londres.

échauffait trop le sang; ils devinrent si impies, que le Créateur n'y vit pas d'autre remède que de les noyer. A ce dessein, il fit venir une autre comète qui enveloppa la terre dans sa queue immense; or, comme une queue de comète est composée de vapeurs et d'eau (qui oserait en douter?), la terre fut considérablement rafraîchie. D'ailleurs, l'attraction de la comète troubla l'équilibre des eaux intérieures; il y eut dans ces eaux un violent flux et reflux; la croûte extérieure de la terre, ébranlée dans ses fondemens, s'écroula dans un endroit, se fendit dans un autre : voilà comme quoi le déluge universel arriva. La comète, exécutrice de la volonté du Créateur, s'en alla; les eaux, reprenant leur équilibre, rentrèrent dans les cavités souterraines, lesquelles avaient été assez élargies pour recevoir les eaux de la comète; la froideur et autres mauvaises qualités de ces eaux, ont réduit la terre à ce degré de stérilité et d'épuisement où elle se trouve aujourd'hui.

Cette hypothèse de Whiston a été souvent renouvelée en tout ou en partie. Dolomieu y a puisé ses principales idées.

Un compatriote de Whiston, un observateur infatigable et scrupuleux, *Woodward*, composa une théorie bien plus modeste(1). Il admet que toutes les substances terrestres ont été dans une fluidité aqueuse. Comme il faut pour cela une grande masse d'eau, il suppose que tout l'intérieur du globe n'est qu'un vaste abîme d'eau. Le déluge de Moïse consista dans un écroulement de la croûte du globe dans ce grand abîme, dont les eaux, selon Woodward, eurent une force dissolvante toute particulière, laquelle cependant n'agit point sur les coquillages et les autres restes du règne animal. On voit que l'esprit observateur de Woodward lui faisait sentir qu'il est impossible d'expli-

(1) *Woodward*. A. 1708. An Essai toward the natural history of the earth, 1723.

quer par une seule inondation passagère, la position de tant de couches de coquilles au milieu de bancs pierreux. Mais sa *force dissolvante* est, comme il en convient lui-même, une qualité occulte et miraculeuse.

Un savant allemand, *Camerarius*, en attaquant Woodward, émet l'opinion, aujourd'hui démontrée, que les bancs de coquilles n'ont jamais été transportés, ni pu l'être, par un déluge quelconque, et qu'au contraire les animaux auxquels ils doivent leur existence, ont vécu et sont morts dans l'endroit même où on les trouve (1). Il est vrai que Camerarius exposa cette opinion d'une manière très-confuse. En lui répliquant, Woodward avança que les éruptions volcaniques n'ont donné naissance à aucune montagne considérable, encore moins à des îles et à des contrées entières (2).

Nous ne parlerons point de la végétation des pierres qu'avait rêvée le célèbre *Tournefort* (3), ni de quelques propositions isolées de *Scheuchzer*, dont le grand génie observateur était enchaîné par les préjugés qui attribuaient tous les changemens du globe à un *seul* déluge (4). Le spirituel *Fontenelle* a eu le mérite de dire le premier, qu'il a certainement fallu plusieurs révolutions pour modeler la surface du globe, et pour amonceler ces vastes ruines qui nous environnent de toutes parts (5).

Le système volcanique trouva à cette même époque plusieurs défenseurs ardens et habiles, que l'on aurait tort de passer sous silence. *Ray* croyait qu'au moment même de la création, lors de la séparation des substances humides et solides, il y eut des tremblemens de terre qui soulevèrent les montagnes (6). La terre sortit peu à peu de l'Océan, ce

(1) *Camerarius*, in Dissert. Taurinens., p. 226. Tubing., 1712.

(2) Natural history, of the earth enlarged and defended, etc., p. 115 *sqq*. Londres, 1726. — (3) A. 1700. — (4) A. 1700. — (5) A. 1716. — (6) A. 1693.

qui donna aux animaux marins le temps de déposer leurs dépouilles au sein des eaux (1). *Hook*, en supposant l'origine primitive des couches par la voie de sédiment dans un fluide, admettait des éruptions volcaniques assez fortes pour soulever de vastes terrains, et même pour les fondre et les calciner (2). *Lazaro Moro*, en observant qu'il y a des montagnes qui n'offrent ni débris de corps marins, ni indice de stratification (3), attribuait à toutes les montagnes secondaires une origine volcanique; ce sont, à ses yeux, des coulées de lave qui ont pris naissance sous les eaux. En modifiant et combinant ces diverses idées, le savant *Raspe* en composa sa théorie volcanique de la naissance des îles nouvelles, ouvrage souvent copié avec inexactitude par des vulcanistes célèbres (4).

Ces divers systèmes s'éclipsèrent devant celui que créa *Buffon* (5), et auquel sa plume brillante donna tout l'éclat d'un poème. Ce grand écrivain suppose que les soleils et les comètes ont été produits comme nous les voyons, et avec les forces nécessaires pour leur faire parcourir leurs orbites. Mais il y a 96,000 ans qu'une comète tomba obliquement dans le soleil, et en détacha la 650e partie. Cette masse lancée dans l'espace se divisa et forma toutes les planètes de notre système solaire, qui, par le mouvement de rotation, acquirent une figure sphéroïdale. Notre globe était dans un état d'incandescence, mais sa surface se refroidit et se consolida; il s'y forma toutefois des cavités immenses. Une partie des vapeurs qui s'étaient élevées dans l'atmosphère, se condensa et forma les mers. Ces eaux attaquèrent la partie solide du globe, et en dis-

(1) *Ray*, Three physico-theological discourses, p. 164. Londres, 1693, 2e édit. — (2) A. 1705. *Hookii*, Oper. posthum., 299-310. Edit. Lond., 1705, in-folio. — (3) A. 1740. *Laz. Moro*, de l'Origine des coquillages fossiles, ch. XII et XIII.

(4) A. 1763. *Raspe*, Specimen historiæ naturalis globi terraquei præcipuè de novis è mari natis insulis. Leipzick, 1763. — (5) A. 1745.

solvèrent une portion; c'est ainsi que se formèrent les terres et les pierres. Les eaux de l'Océan, attirées vers l'équateur par les marées, y entraînèrent une grande quantité de substances dissoutes; c'est ainsi, dit Buffon, que naquirent les grandes chaînes de montagnes, dirigées d'orient en occident. Malheureusement ces chaînes n'existent point; la grande rangée de montagnes qui environne le globe, a une autre direction; Buffon s'est donné le tort d'expliquer par une supposition invraisemblable en elle-même, un fait absolument imaginaire. Mais continuons à exposer sa théorie. Les eaux primitives du globe s'enfuirent dans les cavités dont on a déjà parlé, alors les continens parurent. La terre, dans l'espace de 43,000 ans, se refroidit au point que les végétaux et les animaux purent vivre à sa surface. Ces êtres naquirent vers le pôle, et se répandirent successivement vers les régions équatoriales. Les couches secondaires se formèrent par la décomposition de la matière vitrifiée, mêlée des sédimens marins; des causes accessoires, les vents, les courans d'eau, les éruptions volcaniques et les tremblemens de terre, modelèrent ensuite les montagnes et les vallées. L'Océan change lentement ses rivages, en attaquant, par son mouvement général, les côtes orientales qu'il détruit; il a de cette manière pu faire plusieurs fois le tour du globe (1).

Le système de Buffon, réfuté dans ses points principaux par des naturalistes observateurs, ne compte plus de partisans exclusifs, même parmi ceux qui regardent le feu comme l'agent principal qui a formé notre globe. On regarderait aujourd'hui comme une folie toute hypothèse qui tendrait à expliquer la première origine de notre globe, et la manière dont il a été lancé dans l'espace. La géologie ne cherche plus qu'à remonter par l'examen des monumens

(1) *Buffon*, Théorie de la terre, dans le 1er volume de son Histoire naturelle. Paris, 1745.

physiques, d'une époque à une autre, jusqu'à ce qu'elle arrive à un état de choses antérieur à tous les monumens (1).

La théorie la plus fortement soutenue et la plus vivement contestée de cette époque moderne, est celle de *Deluc* (2). Ce savant suppose que la terre et tous les corps célestes étaient des masses d'élémens confus, dans lesquels une volonté divine, en leur communiquant une certaine quantité de *lumière*, fit naître les précipitations chimiques par lesquelles se formèrent les croûtes de roches solides dont nous voyons les fragmens. Cette croûte consolidée s'affaissa plusieurs fois; ses bords qui sont cités, appuyés sur les cloisons de cavernes souterraines, formèrent les montagnes. Les eaux, qui d'abord couvraient le globe entier, s'infiltrèrent dans les parties centrales où subsista toujours l'ancien chaos. Alors parurent les premiers continens plus étendus que les nôtres, mais suspendus au-dessus des immenses cavernes. Le soleil ne les éclairait pas encore. Lorsqu'il y naquit des végétaux d'une nature différente des nôtres, leurs débris formèrent nos houillères. Les continens actuels, cachés sous la mer, se couvrirent de dépôts de coquillages; les éruptions volcaniques y répandirent des couches de laves. Par un grand et dernier affaissement, les continens primitifs s'écroulèrent au sein des cavités souterraines; la mer se précipita sur ces terres, et engloutit dans ses profondeurs les générations qui les habitaient; cette catastrophe est le *déluge universel*, décrit par Moïse, et dont on a cru retrouver le souvenir chez beaucoup de nations. C'est alors que parurent soudain à la face du jour nos continens actuels formés sous la mer. Dans les terrains meubles de nos continens, se trouvaient ensevelis pêle-mêle les restes de quadrupèdes qui avaient habité des îles écroulées avant le déluge universel, et les débris des cétacés qui avaient peuplé la mer. La conserva-

(1) *Deluc*, Élémens de géologie, § 10, p. 11. — (2) A. 1770-1810.

tion de ces restes qu'on trouve encore presque entiers dans les pays froids, et le peu d'épaisseur des couches de terre végétale formée au-dessus de nos continens, concourent à prouver que leur antiquité, ou pour mieux dire leur apparition au-dessus des eaux, ne date point de siècles extrêmement éloignés de nous (1).

Telle est la théorie du célèbre naturaliste de Genève. L'idée principale de ce système, celle de plusieurs affaissemens de la surface du globe et plusieurs détails, surtout ceux qui regardent l'origine des restes d'animaux, réunirent les suffrages des savans. On trouve quelques difficultés à concevoir les vastes cavités dans lesquelles le monde antédiluvien a dû s'engloutir; il semble que cette idée, empruntée de Woodward, n'a été introduite dans la théorie que par le désir d'expliquer le déluge.

Divers naturalistes, qui tous admettent avec Deluc que la terre s'est formée dans un fluide aqueux, diffèrent sur le rang qu'ils assignent aux agens qui ont opéré les révolutions et les ruptures de la croûte du globe. *Saussure* (2) s'est quelquefois exprimé comme s'il admettait des soulèvemens du terrain par le feu volcanique » ou par d'autres fluides » élastiques, » afin d'expliquer comment les couches granitiques qui servent de base à toutes les autres, ont été élevées en certains endroits, au point de former les crêtes de montagnes (3). Mais l'idée qu'il a le plus constamment soutenue, c'est celle des courans très-violens qui, en agitant l'ancienne mer, ont entraîné à de grandes distances les débris de roches primaires, surtout du granite que l'on trouve épars à la surface des terrains de sédimens supérieurs (4). Il est difficile de concevoir des courans doués d'une force capable de rouler au loin des pans entiers de

(1) *Deluc*, Lettres sur l'histoire de la terre, adressées à M. Blumenbach. *Id.*, Élémens de géologie. — (2) A. 1770-1786. — (3) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, § 919. — (4) *Id.*, *ibid.*, §§ 587-1596, etc.

montagnes, même en supposant les vallées comblées et formant un plan incliné. Il est plus naturel d'attribuer le phénomène dont il s'agit, aux glaces marines qui ont pu porter ces débris de montagnes à travers l'ancienne mer.

Le célèbre *Werner*, en attribuant aux affaissemens une grande influence, pense pourtant que divers faits, entre autres le gisement des basaltes, ne s'expliquent que par une hausse et baisse périodique de la masse des élémens fluides (1).

Lorsque *Pallas* (2), pour expliquer la présence des débris d'éléphans en Sibérie, fait déborder toute la masse de l'océan Indien qui, selon lui, aurait couvert et traversé le plateau central de l'Asie, en roulant du sud-est au nord-ouest, c'est par des éruptions volcaniques et des tremblemens de terre qu'il veut produire un mouvement si extraordinaire et si inconcevable (3).

Le savant et laborieux *Delamétherie* a composé une théorie très-circonstanciée, très-riche en faits et en idées, dans laquelle il cherche à ramener les révolutions du globe à des lois chimiques, sans pourtant dédaigner les causes mécaniques (4). Toutes les montagnes, toutes les vallées se sont formées par cristallisation dans un immense fluide dont ce chimiste se débarrasse au moyen de l'évaporation, parce qu'il s'est décidé à regarder la masse centrale du globe comme un cristal solide.

L'opinion de Deluc sur l'antiquité peu reculée de nos continens, a été adoptée par un grand observateur qui, sans faire de système, a lancé dans le monde savant des idées isolées, mais fécondes en résultats. *Dolomieu* (5), ce nous semble, ne tendait guère qu'à épurer le système de Whiston

(1) A. 1791. — (2) A. 1791. — (3) *Pallas*, Observations sur l'origine des montagnes, p. 74, traduction française. — (4) A. 1798. — (5) 1794-1800.

de ce qu'il y avait de trop hypothétique. Toutes les bases géologiques de ce savant, la dissolution de toutes les substances terrestres dans un dissolvant qui a été détruit; la coagulation de ces substances qui, après la destruction du dissolvant primitif, se précipitèrent et se cristallisèrent pour former une écorce; la *cause extérieure quelconque*, qui vient briser et concasser cette écorce; enfin, les *marées de dix-huit cents toises d'élévation*, qui remuèrent toute la masse des eaux, balayèrent le fond des mers, soulevèrent et transportèrent des bancs de coquillages, creusèrent les vallées et modelèrent tout le terrain secondaire; toutes ces bases, dis-je, existent déjà dans le système de Whiston. Il est même difficile de concevoir la possibilité de toutes ces révolutions violentes et subites, sans la concurrence d'un corps céleste quelconque; or, comme tout prouve la stabilité du système planétaire, il n'y a que les comètes auxquelles on puisse avoir recours. Mais ces comètes, comment prouver qu'elles sont des corps assez solides et assez denses pour exercer de si fortes attractions sur le globe terrestre? Ticho-Brahë, Galilée, Kepler, Lahire et Herschell, ont regardé les comètes comme des météores éthéréens. Ainsi, les théories de la terre aboutissent toujours, en dernier lieu, à des questions insolubles; et tout ce qu'on apprend en les étudiant, c'est d'en douter.

« D'en douter! s'écrieront quelques Ecossais, en lisant ces lignes. Non, il n'y a plus lieu à des doutes depuis que Hutton et Playfair ont découvert la vraie constitution de notre globe (1). Ne savez-vous pas que les continens actuels se détruisent par les actions de l'air, de la gravité et des eaux courantes; que leurs matériaux, transportés sur les côtes de celles-ci, sont répandus par les différens mouvemens de la mer sur toute l'étendue de son fond; qu'une grande *chaleur interne* endurcit ces matériaux dont il ré-

(1) A. 1788-1802.

sulte une masse semblable à celle des couches minérales dont nos continens sont composés; que, lorsque cette lente dégradation a détruit nos continens, la *chaleur interne* souleva en masse les couches, formées sur le fond de la mer, ce qui repoussa la mer sur les continens rasés et produisit de nouveaux continens, livrés à leur tour à une lente dégradation? Ces alternatives de continens naissans et périssans, ont déjà été répétées plusieurs fois, et on ne peut point fixer un terme à cet enchaînement de métamorphoses (1). »

Nos lecteurs sentiront d'eux-mêmes combien ce nouveau système est contraire à l'évidence des faits; seulement nous les prierons d'observer que l'idée d'une formation des couches minérales, par une cuisson souterraine semblable à celle qu'a opérée M. Hall dans ses fameuses expériences, mériterait d'être approfondie d'une manière indépendante du système exclusif des Huttoniens.

Pendant que les savans d'Europe disputaient sur les théories que nous venons d'énumérer, le Nouveau-Monde en vit naître ou plutôt renouveler un système différent de tous les autres. *Franklin* supposa, d'après Anaximène, que non seulement toutes les substances terrestres, mais même toute la matière en général, avait existé comme un gaz aériforme élastique confusément répandu dans les espaces célestes. La gravitation commença à se faire sentir, les molécules gazeuses furent attirées vers des centres; il se forma des globes d'air. Ceci supposé, il est facile de concevoir tout le reste du système de Franklin; toutes les substances se laissent réduire à l'état aériforme; donc, conclut Franklin, elles ont toutes pu naître par la condensation de l'air; ainsi a dû se former la croûte extérieure du globe qui, dans ce système, n'est qu'une mince enveloppe solide autour

(1) *Playfair*, Illustrations of the Huttonian theory of the earth. Edinbourg, 1802.

d'un vaste fluide élastique; les mouvemens de cet *air central* produiraient, comme on voit, sans difficulté, les tremblemens de terre. Enfin, ce système n'est pas une simple satire des théories de la terre, comme on paraît l'avoir cru; c'est une hypothèse tout aussi raisonnable et aussi ingénieuse que celles de tant d'autres géologues.

LIVRE QUARANTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Révolutions physiques arrivées à la surface du Globe depuis les temps historiques. — Des Soulèvemens de Montagnes et du Feu central.

Nous avons décrit l'état physique actuel du globe terrestre; à chaque pas que nous avons fait dans cette carrière, nous avons pu nous convaincre que l'ordre de choses qui subsiste aujourd'hui, a dû être précédé par plusieurs ordres différens. L'existence du monde matériel n'est qu'une série de métamorphoses; comme l'onde se mêle à l'onde, les élémens, agités d'un mouvement continuel, se confondent, se remplacent, se combinent sous mille formes renaissantes. Dans ce flux et reflux de l'être et du néant, nous flottons comme la feuille légère qu'une seule et même vague apporte, soulève, entraîne et engloutit. Comment donc espérerions-nous embrasser par la pensée l'immense chaîne des révolutions que notre monde a pu subir? Nous marchons sur des débris; mais savons-nous de combien de mondes antérieurs? Les siècles ont entassé ruines sur ruines; à chaque pas nous foulons des monumens où la main de la nature grava l'histoire du globe; mais leurs inscriptions sont conçues dans un langage hiéroglyphique, dont la clef peut-être ne sera jamais trouvée.

Les faibles clartés que le raisonnement ou l'expérience ont fournies se rapportent à deux classes de changemens qui se sont opérés sur le globe. Les uns se renouvellent sous nos yeux, ou du moins ont eu pour témoins des hommes qui nous en ont transmis la mémoire. D'autres révolutions ne nous sont connues que par des effets qui nous étonnent, par des traces qu'on doit suivre en silence,

bien résolu de s'arrêter où elles cessent de nous guider.

Les changemens dont on peut prouver la réalité, portent des caractères très-différens. Les uns ont été opérés avec la plus inconcevable rapidité; dans la progression imperceptible des autres, on s'aperçoit que la puissance du temps est infinie.

De toutes les forces connues, il n'y en a aucune qui n'ait contribué, pour si peu que ce soit, à changer la surface du globe; le feu joue le rôle le plus bruyant; mais l'eau semble avoir eu une sphère d'activité encore plus grande. L'air cache derrière son apparence de faiblesse une très-grande force destructive et recomposante. La terre elle-même, en obéissant aux lois de l'équilibre, a concouru à modeler sa surface. Enfin, les travaux de l'homme, quoiqu'au dernier rang, figurent dans quelques coins de ce vaste tableau.

Nous allons parcourir rapidement les fastes du globe.

L'atmosphère produit des météores, dont les effets, lents, mais continuels, doivent, en s'accumulant de siècle en siècle, former une somme immense. Les vents, qui déracinent des forêts entières, ont posé de loin les fondemens des houillères. Les pluies, en ruisselant des flancs de la montagne, en dégarnissent et en hérissent une partie, tandis qu'elles en arrondissent et en élèvent d'autres. La grêle, la neige se rassemblent en vastes glaciers, d'où sortent les fleuves impétueux qui excavent la vallée. *Ramond* a vu que les sommets des Pyrénées étaient partout sillonnés par la foudre.

Mais l'air, à lui seul, a une force dissolvante très-considérable. Il décompose à la longue toutes les substances connues. La roche la plus solide se fend, et se divise en fragmens; ceux-ci se brisent, se délaient, et forment du gravier, du sable, que les vents et les eaux courantes entraînent loin du sol qui les vit naître. La chaleur et l'hu-

midité, en se succédant, accélèrent cette dégradation lente qui se continue sous nos yeux.

L'air dissémine la poussière fructifiante des plantes, transporte des nuages entiers de sable et de cendre volcanique, tient en dissolution des parties aqueuses, salines et terreuses. Il contribue donc incontestablement à changer la surface de la terre.

Cette action de l'air devient surtout sensible dans l'extension continuelle des *sables mouvans*. On en a vu de grands effets, près Saint-Pol-de-Léon en Bretagne, où un village entier a été enterré sous les sables, de manière qu'on n'en voit plus que le clocher (1). L'Angleterre, le Jutland et la Scanie, ont éprouvé et éprouvent encore des inondations semblables. Au Groënland, la fameuse chaîne de collines de pure glace, nommée l'*Isblink*, est située entre deux caps, formés de sables mouvans que les vents portent quelquefois sur des vaisseaux éloignés de plus de 12 lieues (2). Ainsi, les phénomènes des déserts africains se retrouvent près du pôle. Nous avons vu dans le Jutland des endroits où le sable, étant d'une extrême finesse, présente comme une masse fluide dans laquelle on peut se noyer. On conçoit que le vent puisse entraîner cette poudre à des distances considérables, et créer de cette manière des déserts de sable.

Les travaux de l'homme, en pavant des rues, en bâtissant des maisons, en portant de l'engrais sur les champs, en élevant des digues le long des fleuves, tendent insensiblement, mais puissamment, à exhausser le terrain. On s'en aperçoit surtout dans les villes, auprès des anciens édifices. Pour entrer au Panthéon de Rome, il fallut autrefois monter huit degrés, aujourd'hui il faut en descendre autant. Il n'est pas à présumer que l'édifice se soit en-

(1) Mémoires de l'Académie des sciences de Paris, 1722.
(2) *Crantz*, Relation du Groënland. *Egede*, etc., etc.

foncé, car il a conservé le même niveau depuis deux siècles (1).

Les plantes aquatiques changent souvent un marais en une prairie humide. Ce sont d'abord les *hippuris*, les *utriculariæ*, les *equisetum* et divers joncs, qui forment avec leurs racines entrelacées un tissu flottant sur l'eau boueuse; ensuite le *sphagnum palustre* se répand sur toute la surface, aspire l'eau comme une éponge, et crée un lit aux bruyères et aux lichens qui tous les ans exhaussent le terrain par leurs dépôts. D'autres fois, une baie tranquille se peuple de *nymphea*, d'*arundo phragmites* et d'autres plantes qui retiennent les parties terreuses, rejetées par les eaux du dehors. Dès que ce limon a pris un peu de solidité, on y voit germer des saules, des osiers et d'autres arbres, appartenant aux espèces qui aiment le sol aquatique (2).

La végétation contribue encore de diverses manières à changer l'aspect de la terre. Regardons cette plante si mince, cette mousse qui s'élève le long des murs d'un palais désert: en se décomposant et en renaissant, elle aura, dans quelques siècles d'ici, couvert et enterré ces masses orgueilleuses que le luxe éleva pour loger la suprême puissance. Les cadavres des plus vils animaux s'entassent où brillaient les trônes des monarques. Les broussailles couvrent le temple de Jupiter Olympien, et les tours de Babylone rampent sous l'herbe.

Les *éboulemens* et *renversemens* de montagnes ont souvent des causes étrangères aux explosions volcaniques et aux tremblemens de terre. Tantôt ce sont les eaux d'un fleuve rapide, d'un lac agité ou même d'un courant souterrain qui rongent, creusent, minent sourdement une masse de rochers ou de terrains solides. Des couches de sable, de gravier, d'argile, de craie, qui servaient de sup-

(1) *Bergmann*, Géographie physique, § 148, II, 170.
(2) *Misson*, Voyage d'Italie, II, 193.

port, sont ou dissoutes ou entraînées; un vide existe, la masse supérieure s'y enfonce par son propre poids. D'autres fois des eaux souterraines pénètrent sous un terrain nouveau, sous une couche végétale; elles supportent d'abord cette croûte, puis la détachent, la déchirent, et enfin l'entraînent par lambeaux ou l'engloutissent tout entière.

Tantôt c'est une fissure quelconque au moyen de laquelle une partie d'une montagne se détache de sa masse principale, et, privée par là de son point d'appui naturel, est obligée d'en chercher un autre, en se renversant ou bien en glissant. Les montagnes peuvent se détruire même par l'influence des fluides atmosphériques: et, comme l'a dit un savant naturaliste, la foudre les brise, l'air les décompose, l'eau les divise et en entraîne les débris dans les vallées et dans les plaines qu'ils exhaussent.

Sans doute, ces différens genres de destruction ont dû contribuer à la formation de la surface actuelle du globe. Partout nous n'apercevons que débris et ruines; ces bancs de roche courbés, renversés, brisés; ces lacs profondément creusés; ces cavernes qui descendent vers l'abîme; ces pics qui cherchent les cieux, ces immenses escarpemens autour de toutes les mers du globe, ces Alpes qui se penchent au-dessus de l'Italie; ces Andes qui plongent dans l'Océan leurs flancs gigantesques; ces forêts, ces races de quadrupèdes, ces animaux aquatiques ensevelis pêle-mêle, tout indique à notre pensée effrayée et attristée, que de vastes catastrophes ont contribué à donner au globe son aspect actuel.

Mais nous ne voulons parler ici que des faits dont l'histoire a conservé les détails.

Les éboulemens qui proviennent d'une excavation faite par des eaux, arrivent tous les ans dans les pays montagneux, le long des rivières. C'est ainsi que le Rhône a formé la voûte sous laquelle il semble se perdre. C'est ainsi

que l'Adige, en 1767, engloutit le bourg de Neumarkt et autres. Dans la Norvége méridionale, le rapide Glommen descend du sommet des monts Dofrines vers la mer du Nord, et forme un peu au-dessus de son embouchure la belle cascade de Sarpen. Le remous des eaux de la cascade avait creusé sous le rivage une mare souterraine à 100 toises de profondeur. Le 5 février 1702, le château de Borge, avec toutes ses dépendances, s'enfonça dans ce trou et y disparut totalement, de sorte qu'on ne vit à sa place qu'un lac de 800 pieds de long, sur 300 à 400 de large (1).

Le désastre du bourg de Pleurs, dans le pays de Chiavenna, provint d'une cause semblable. Des ruisseaux et des sources sans nombre creusaient les fragiles bases du mont Conto; le 25 août 1618, les quartiers de rocher dont cette montagne était composée, se détachèrent l'un de l'autre et roulèrent sur le bourg qu'ils ensevelirent, ainsi que celui de Schilano; il y périt 2430 individus; un lac couvrit la place où s'élevaient 200 maisons élégantes : tout l'or que le commerce y avait amassé pendant un siècle, fut en un clin d'œil rendu au sein maternel de la terre (2). De grandes étendues de terre s'enfoncent quelquefois tout à coup, et font place à de vastes cavités (3).

(1) *Pontoppidan*, Histoire naturelle de la Norvége, I, ch. III, § 14.

(2) *Camerari*, Dissertat. VI.

(3) Dans ces dernières années, le Hanovre a présenté un exemple de ce genre. Le 29 juillet 1825, vers 5 heures du soir, un éclat de tonnerre effroyable se fit entendre aux environs du village de Barbis, dans le bailliage de Schwarzfels. Le ciel était serein; tout à coup un nuage épais de poussière obscurcit l'air, et la terre s'éboula avec un terrible fracas sur une étendue de 120 pieds de circonférence, en formant un gouffre tellement profond qu'un caillou emploie une minute pour arriver au fond. Le bruit de l'eau qu'on y entend a fait présumer que la Rhume, dont la source est à deux lieues de là, a dans cet endroit un bassin souterrain : on a remarqué en effet qu'au moment même de l'éboulement il s'est opéré un grand changement dans le cours de cette rivière. D'autres prétendent qu'il y a un lac, opinion fondée sur ce que plusieurs petits éboulemens ont eu lieu dans les environs. J. H.

Les plaines éprouvent d'autres sortes d'éboulemens. Les terrains tourbeux, suspendus sur l'eau, s'affaissent sous le poids des forêts, des maisons et des habitans. L'Irlande voit tous les ans le nombre de ses lacs s'accroître par l'enfoncement des tourbières. C'est à ces enfoncemens que les *forêts souterraines*, du moins en partie, doivent leur origine. Il y en a, comme sur les côtes de Lincoln (1), qui sont formées conjointement par l'affaissement des côtes marécageuses, et par d'anciennes invasions de la mer. Mais pour la plupart elles se rencontrent dans des tourbières; ainsi, dans l'île de Man, il se trouve au milieu d'un marais, à 20 pieds de profondeur, des sapins encore sur leurs racines. Au village d'Hatfield, dans le comté d'York, on voit des arbres qui ont à côté d'eux leurs noix et leurs glands. La Hollande, la Suisse, la France offrent d'autres faits semblables; mais c'est la Suède qui nous fournit l'exemple le plus curieux: près d'Asarp, en Westrogothie, il y a deux tourbières composées d'un limon épais et d'une tourbe légère; on y voit une grande quantité de troncs et de racines qu'on enlève tous les ans pour s'en servir en guise de combustible; l'année suivante, on en trouve encore la même quantité, ce qui provient sans doute d'un immense amas d'arbres ensevelis dans cette tourbière, et que le dégel annuel soulève (2).

Dans la Marche électorale de Brandebourg, il y a le lac d'Arend, formé par deux écroulemens, l'un arrivé à ce qu'on croit en 815, l'autre en 1685. Combien de lacs ainsi formés en Prusse et en Pologne! Combien d'autres événemens de cette nature, dont la mémoire s'est perdue, ou que la tradition a défigurés! Strabon nous apprend qu'à l'entour du lac Copaïs en Béotie, les écroulemens étaient

(1) *Correa de Serra*, dans les *Annales des Voyages*, I, 169 *sqq*.

(2) *Bergmann*, Géographie physique, II, 244. *Rothof*, Mémoires de l'Académie des sciences de Stockholm, 1767.

très-fréquens, et changeaient souvent le cours de la rivière de Cephissus, qui, à la fin, s'écoulait par des canaux souterrains, construits de main d'hommes. Comme aujourd'hui ces canaux ne sont plus entretenus, et que le lac Copaïs est changé en un marais, on demande ce que deviennent les eaux de Cephissus. Il ne paraît que trop probable qu'elles ont creusé un réservoir souterrain, un lac invisible, mais qui peut-être un jour engloutira la Béotie, et renouvellera ainsi *le déluge d'Ogygès*.

Nous avons parlé des lacs souterrains, et entre autres de celui de l'*Ost-Frise*, qui était à découvert dans le XIIe siècle; peu à peu il s'est formé à sa surface une croûte de matières tourbeuses et limoneuses, qui à leur tour se sont recouvertes de terres végétales. Aujourd'hui, cette croûte est assez forte pour qu'on passe en voiture dessus, et pour qu'on y laboure, sème et moissonne. Cependant les habitans y font des trous de deux à quatre pieds de profondeur, pour trouver l'eau qui leur sert à rouir leur lin. Il existe probablement un lac souterrain, près de Narbonne, dans le territoire de Livière. On y voit cinq gouffres, nommés les *Œliols*, d'une profondeur extraordinaire et remplis de poissons; la terre qui les environne tremble sous les pas des paysans hardis que la pêche y attire.

On conçoit facilement les désastres qui de temps en temps manifestent l'existence de ces lacs souterrains dans des endroits où personne ne les soupçonnait. En 1792, on vit un lac se former dans la ville de Lons-le-Saulnier; plusieurs maisons y disparurent, ainsi qu'une portion de la grande route de Lyon à Strasbourg (1). On pense que c'était un ancien étang d'eau salée, où il s'était d'abord formé une pellicule, puis une croûte légère de végétaux, et enfin un terrain solide en apparence; mais une grande sécheresse ayant fait baisser les eaux souterraines, cette croûte man-

(1) *Bertrand*, Nouveaux Principes de géologie, p. 198.

qua de support et dut s'enfoncer. Le mont Jura présente de nombreux vestiges d'enfoncemens semblables. Les Pyrénées, dans leurs parties calcaires, en offrent également. Buffon rapporte qu'une montagne, en 1678, s'étant écroulée dans des cavités souterraines remplies d'eau, causa une forte inondation dans une partie de la Gascogne. Les Alpes Juliennes, où est le fameux lac de Zirknitz, renferment dans leurs nombreuses cavernes beaucoup de réservoirs semblables.

Sénèque avait donc raison de dire: « Dans quel lieu du » globe la nature n'a-t-elle pas des eaux à sa disposition » pour nous assaillir quand elle voudra? Presque partout » nos fouilles aboutissent à trouver de l'eau. Ajoutez ces » immenses lacs invisibles, ces mers souterraines, ces fleuves » qui roulent dans une éternelle nuit. Combien de causes » d'inondation dans ces eaux qui coulent et au-dessous, et » autour de nous! Long-temps captives, elles se mettront » en liberté..... Les roches entr'ouvertes de toutes parts » fourniront autant de courans d'eau qui s'élanceront vers » l'Océan..... Ces déluges d'eau ou de feu arrivent quand » il plaît à Dieu de recommencer un ordre plus parfait de » choses. »

Nous allons parler des éboulemens dans lesquels l'eau n'a pas exercé une influence immédiate et dominante : car rarement il arrive un désastre auquel cet élément soit tout-à-fait étranger.

Beaucoup de montagnes, ainsi que nous l'avons vu, sont originairement composées de grandes pierres absolument détachées l'une de l'autre. Il y a beaucoup de montagnes semblables entre la Norvége et la Suède. Une coupe transversale du mont Quedlie montre un banc de 40 toises, composé de petites pierres plates, tantôt calcaires, tantôt sablonneuses, et toujours sans aucune liaison, sans aucun ciment. La plus faible secousse suffit pour faire ébouler ces

amas formés par des révolutions antérieures aux temps historiques.

Assez d'autres causes concourent à décomposer les montagnes les plus solides. Le froid extrême fait souvent crever et sauter de gros blocs de rocher. Dans la Westrogothie, près Hunneberg, on voit deux piliers réguliers détachés d'un rocher par la seule force du froid (1). La Norvége éprouve beaucoup de ravages par des avalanches de pierres, dues à de semblables effets du froid. Dans les climats plus doux, l'action successive du froid et du chaud n'est pas moins destructive quoique plus paisible. Dans ces mêmes montagnes de Westrogothie, dont nous venons de parler, Bergmann a observé que les rochers de trapp avaient une croûte plus pâle et plus poreuse du côté du soleil.

En beaucoup d'endroits, les squelettes des montagnes attestent ces changemens. Près d'Adersbach en Bohème on se promène dans un labyrinthe de blocs de grès, posés perpendiculairement, hauts de 100 à 200 pieds, et d'une périphérie égale à la moitié de leur hauteur. Ces colonnes, ou plutôt ces tours carrées, occupent un espace d'une lieue et un tiers de long sur une demi-lieue de large. Un ruisseau y serpente et s'y perd dans un gouffre. Des arbres et des arbustes mêlent leur verdure aux masses grisâtres des rochers. Ce labyrinthe est évidemment le reste d'une montagne dont les parties les moins solides se sont écroulées et ont été entraînées par les eaux courantes. D'autres contrées en offrent les pendans, tels que le Stonehenge, en Angleterre; le Greifenstein, en Saxe; les rochers de Svit-Fééne, à la Chine, et plusieurs assemblages d'énormes pierres dans les Cordillères du Pérou. Les nations primitives choisirent ces lieux, pleins de la puissance divine, pour y exercer le culte qu'elles vouaient à des êtres d'une nature supérieure.

(1) *Bergmann*, Géographie physique, II, 242.

L'action lente, mais continuelle et combinée de toutes les causes que nous venons d'indiquer, amène les catastrophes les plus étonnantes.

Les débris des monts Diablerets, en Suisse, offrent, dit-on, une scène très-pittoresque : des portions de bois et de pâturages échappés au désastre commun, des rochers brisés, démantelés, fendus de haut en bas, et qui semblent annoncer de nouveaux bouleversemens; des torrens qui, forcés de se creuser un nouveau lit, rongent le tronc des mélèzes et des sapins, à demi noyés dans leurs flots : tels sont les groupes variés qui ornent ce théâtre de dévastation.

Ce fut, selon l'Histoire de l'Académie des sciences, au mois de juin 1714, mais, selon Bourrit et autres écrivains du pays, le 23 septembre 1713, que les sommets des Diablerets tombèrent tout à coup, et couvrirent une étendue d'une bonne lieue carrée de leurs débris qui forment souvent un lit de pierres, épais de 30 verges et davantage. Quoique plusieurs centaines de cabanes eussent été ensevelies dans ces ruines, il n'y périt heureusement que dix-huit personnes. Les bœufs, et surtout les chèvres et les moutons, en furent les principales victimes. La poussière qui s'éleva lors de la chute de la montagne, produisit pendant quelques instans une obscurité semblable à celle de la nuit, quoique l'événement eût lieu à trois heures après midi, par un temps serein (1).

Nous avons une relation plus satisfaisante de l'éboule-

(1) *Bourrit*, Description des Alpes Pennines, etc. *Ebel*, Itinéraire, II, 26. Ce dernier rapporte que la catastrophe de 1714 se renouvela en 1749, et fit périr plusieurs personnes. Ce fut par suite de ce dernier événement que les eaux de la Liserne, arrêtées par les débris, formèrent le petit lac de Derborentzee. Les glaciers des Diablerets, par leur poids et par les eaux qui en découlent, sont probablement la principale cause de ces éboulemens, en agissant sans cesse sur une roche calcaire facile à décomposer. J. H.

ment d'une montagne, qui eut lieu en 1751, près de Sallanche en Savoie. Le naturaliste Donati décrit ainsi cet événement. Une grande partie de la montagne située au-dessous de celle qui s'écroulait, était composée de terres et de pierres, non pas disposées en carrières ou par lits, mais confusément entassées. D'anciens éboulemens de ces pierres avaient laissé peu à peu sans appui le rocher principal de la montagne supérieure. Cette masse se composait de cinq bancs horizontaux et distincts : les deux premiers étaient d'une ardoise fragile; les deux suivans offraient un marbre coquillier, fendu transversalement à ses couches; dans le cinquième, l'ardoise reparaissait, mais ses feuillets étaient dans une position verticale et entièrement désunis. Les eaux de trois lacs, creusés dans ce dernier banc, pénétraient continuellement par les fentes de la montagne; les neiges abondantes de l'an 1751, augmentèrent les efforts de ces eaux, et déterminèrent la chute de trois millions de toises cubes de rochers, volume qui seul suffirait pour former une grande montagne. La chute de cette montagne avait été accompagnée d'une poussière extraordinairement fine, et qu'on avait prise pour de la fumée, parce qu'elle se soutint plusieurs jours; le bruit se répandit qu'un volcan avait fait une éruption au milieu des Alpes, où l'on n'avait jamais connu les ravages des feux souterrains. Mais Donati, envoyé sur les lieux, dissipa ces craintes mal fondées (1).

Il y a encore un autre genre de catastrophes qui n'est pas moins curieux dans ses causes, ni moins funeste dans ses effets : c'est lorsqu'une couche de terre ou de roche glisse sur un autre terrain sans se briser, sans se morceler. On a vu, vers l'année 1806, le commencement d'un événement de cette nature à Solutré, près de Mâcon. Après de grandes pluies, les couches de terre qui se trouvaient sur la montagne de Solutré, glissèrent sur les bancs de pierres

(1) *Donati*, cité par *Saussure*, Voyages, § 493.

calcaires qui forment le corps de la montagne; elles avaient déjà cheminé plusieurs centaines de toises; déjà le village allait être enseveli lorsque les pluies cessèrent, et ce terrain mouvant s'arrêta. On cite encore dans ce genre un fait bien plus étonnant; une partie du mont *Goïma*, dans l'état de Venise, se détacha pendant la nuit, et glissa avec plusieurs habitations qui furent entraînées jusque dans la vallée prochaine; le matin à leur réveil, les habitans qui n'avaient rien senti, furent très-étonnés de se voir au fond d'une vallée, et crurent long-temps qu'un pouvoir surnaturel les avait transportés par l'air dans quelque climat lointain, jusqu'à ce qu'en examinant les environs, ils aperçussent les traces de cette révolution qui les avait si merveilleusement épargnés (1).

Souvent divers désastres s'enchaînent; les déluges naissent des éboulemens et en occasionent de nouveaux.

(1) Du 22 au 25 juin 1737, une partie de la montagne de Perrier, près d'Issoire, éprouva une catastrophe semblable : cette partie, sur laquelle était bâtie le village de Pardines, glissa jusqu'au bas de la montagne, entraînant avec fracas les arbres et les maisons. Un champ de vignes et un édifice furent transportés sans éprouver aucun accident. Le dernier jour, un rocher basaltique de 100 pieds de hauteur fut tout à coup renversé en produisant une commotion épouvantable.

La vallée de Goldau, au pied du mont Rigi, en Suisse, fut, le 2 septembre 1806, à 5 heures du soir, le théâtre d'un événement du même genre, mais plus terrible. Il était tombé pendant l'hiver, dit Ebel, une énorme quantité de neige, et les mois de juillet et d'août avaient été extraordinairement pluvieux; dans la matinée du 2 on entendit un craquement dans la montagne; mais, à 5 heures du soir, les couches de brèche qui s'étendaient entre le Spitzbuel et la Steinbergerflue, se détachèrent de la montagne, et se précipitèrent avec le fracas du tonnerre dans la vallée, d'où leurs débris remontèrent le long de la base du Rigi. La largeur de ces couches était de 1000 pieds, leur hauteur de 100, et leur longueur de près d'une lieue. En 5 minutes les vallées de Goldau et de Busingen furent couvertes, sur une superficie d'une lieue carrée, d'un amas de décombres de 100 à 200 pieds de hauteur : leurs riches prairies et leurs champs fertiles furent changés en un affreux désert, quatre villages furent ensevelis ainsi que presque tous leurs habitans, et la partie occidentale du lac de Lowerz fut comblée. J. H.

En 1772, la montagne de Piz, dans la marche de Trévise, état de Venise, se fendit en deux; une partie se renversa et couvrit trois villages avec leurs habitans. Un ruisseau, arrêté par les décombres, forma en trois mois un lac. La partie restante de la montagne s'y précipita, le lac déborda, beaucoup de monde y périt, plusieurs villages sont encore ensevelis sous les eaux (1).

Cet aperçu suffit pour faire connaître la différence qu'il y a entre un éboulement et un tremblement de terre, catastrophes trop souvent confondues par les anciens, et encore aujourd'hui par le vulgaire. Les effets sont souvent les mêmes, le mode d'agir et les causes diffèrent. Il y a des éboulemens sans secousses volcaniques, mais celles-ci occasionent souvent des éboulemens. Les anciens croyaient empêcher les tremblemens de terre, en creusant, dans les villes et à l'entour, des fossés et des puits profonds, pour ouvrir un chemin aux vapeurs souterraines. Il est plus sûr que les hommes sauraient, avec quelque attention, éviter les funestes effets des éboulemens. D'abord, en choisissant l'emplacement d'une ville ou d'un village, on doit niveler les hauteurs voisines, et examiner la solidité ou la caducité des rochers. Alors il est, généralement parlant, facile de se placer hors de la direction des éboulemens possibles. Un naturaliste grec prédit aux Spartiates la chute d'une partie avancée du mont Taygète, qui, peu après, écrasa un quartier de leur ville. Des canaux d'écoulement pour

(1) Géographie de *Gaspari*, en allemand, tom. I, pag. 370. En 1801, une montagne tomba dans le lac de Lucerne; les eaux, violemment agitées, s'élevèrent fort au-dessus du rivage, et entraînèrent des habitations assez éloignées; onze personnes périrent, et l'agitation des eaux se fit sentir jusqu'à Lucerne. — En 1795, une partie du village de Wœggis fut inondée et entraînée dans le lac de Lucerne par un torrent de fange de plusieurs toises de hauteur et d'un quart de lieue de largeur. Sa marche fut heureusement assez lente, ce qui permit aux habitans de sauver ce qu'ils possédaient; elle dura quinze jours. J. H.

débarrasser les montagnes de leurs eaux surabondantes, des réservoirs où l'on réunisse ces eaux pour les distribuer aux campagnes, aux fabriques; des digues, des murailles, peut-être de profonds fossés pour arrêter ou amortir les chocs des avalanches, voilà ce que l'industrie humaine peut opposer à ces forces redoutables de la nature, dont un des plus utiles effets est d'éveiller notre intelligence et d'enflammer, en l'irritant, notre courage.

En traçant l'hydrographie terrestre, nous avons déjà parlé des forces très-considérables des eaux courantes, et les éboulemens que nous venons de décrire nous en montrent plusieurs effets. Leur action est encore plus générale. Le torrent vagabond qui roule des rochers et des forêts déracinées; la rivière profonde, qui lentement mine les montagnes dont elle baigne les pieds; le fleuve large et puissant, qui change à son gré l'emplacement de son lit, et tantôt crée, par ses dépôts, un delta d'Egypte, tantôt, en engloutissant de vastes terrains, produit de nouveaux lacs, comme, par exemple, le lac Biesbosch en Hollande; voilà des forces qui, mises en œuvre par la nature, pour qui les siècles ne sont que des instans, ont pu suffire à opérer une très-grande partie des changemens que les terrains de sédimens ont éprouvés.

Nous citerons quelques exemples de changemens très-singuliers, dus à la seule action des eaux courantes. Sur le mont *Limur*, en Norvége, on voit deux routes creusées dans un rocher calcaire, l'une au-dessus de l'autre. La roche, épaisse seulement de 3 doigts, qui les sépare, laisse apercevoir, à travers ses fentes, une rivière coulant dans la route la plus basse. Il paraît que les eaux d'un lac situé à quelques centaines de pieds plus haut, se sont successivement creusé ces deux débouchés à travers le rocher. C'est ainsi que la rivière de *Gauleu*, dans le même pays, se perdit en 1344, et reparut quelques années après avec une

extrême violence, en roulant devant elle les débris de la prison souterraine où elle était descendue (1). Le Jura, et en général toutes les montagnes calcaires, offrent des faits du même genre. Le lac de Joux, celui de Grand-Vaux et bien d'autres, ont creusé dans le roc les entonnoirs par où découlent leurs eaux. Quelquefois lorsque les parois du canal dans lequel les eaux se frayaient un chemin, étaient rongées et excavées à un certain point, le toit de ce canal devait s'écrouler; alors il se formait tantôt une gorge coupée à pic, à travers laquelle les eaux s'enfuyaient, comme près d'Orgelet sur la route de Saint-Claude (2); tantôt l'issue de la vallée, barrée par les décombres, forçait les eaux à donner naissance à un lac, tel que celui de *Sillan*, près de Nantua (3).

Un autre phénomène singulier se présente dans les entonnoirs sans issue, qu'on appelle en Suède *chaudières de géans*. Ce sont des excavations circulaires, quelquefois tournées en spirale, ayant les côtés très-lisses, situées la plupart sur les flancs des montagnes, et contenant souvent au centre une pierre arrondie. Le voyageur Kalm a observé de ces enfoncemens aux Etats-Unis près le fort Nicolson. On en cite des exemples observés en Suisse et en Sibérie, mais ils s'y rencontrent uniquement dans la roche calcaire (4). Au contraire, ceux de la Suède et des États-Unis existent de préférence dans le granite. Selon Bergmann, ils ont été formés par des eaux courantes qui s'y engouffraient et qui y faisaient tournoyer une pierre détachée d'un rocher voisin.

Il y a beaucoup de lacs qui tiennent en dissolution des

(1) *Pontoppidan*, Histoire naturelle de la Norvége.

(2) *Bertrand*, Nouveaux Principes de géologie, p. 175.

(3) *Ibidem*, *ibidem*, p. 178. Comp. *Saussure*, Voyages, § 384.

(4) *Patrin*, Histoire naturelle des minéraux, III, 201. *Saussure*, Voyages, § 1238.

substances salines, terreuses, métalliques, bitumineuses; ces substances forment quelquefois des dépôts simples; d'autres fois, elles sont entraînées au fond du lac, par une précipitation chimique. Plusieurs causes peuvent y concourir. Les différens gaz et acides dont les eaux de ces lacs sont chargées, peuvent faire naître des cristallisations; un refroidissement dans les lacs qui jouissent d'un certain degré de chaleur, peut encore avoir le même effet. Il est certain que les restes des êtres qui vivent et meurent dans ces eaux, y forment des couches de terre calcaire. Des arbres, des végétaux, qui y sont entraînés par les eaux courantes, forment des îles flottantes qui peu à peu se lient, s'étendent et finissent, soit par couvrir les lacs d'une croûte de terre, soit par s'y enfoncer et en exhausser le fond. Ajoutons que plus une masse d'eau stagnante perd en profondeur, plus elle s'évapore; car la vaporisation de l'eau est toujours en raison directe de sa surface, et en raison inverse de sa profondeur, comme les expériences le prouvent. Il y a, dans tous les pays montagneux et marécageux, de nombreux exemples de petits lacs qui se sont desséchés par une de ces causes; on peut donc, sans témérité, croire que les mêmes phénomènes ont eu lieu en grand, et que plusieurs grandes plaines ont été formées dans des méditerranées, comme, par exemple, une partie de celles qui bordent la mer Caspienne et le lac Aral.

Les encombremens d'un lac commencent par resserrer son bassin; mais le lac, recevant toujours la même quantité d'eau, se déborde nécessairement; et, s'il parvient à se précipiter dans d'autres lacs inférieurs, il peut produire des débordemens successifs qui changent la surface des terrains environnans. Ces efforts seraient plus violens, si des lacs glacés et trop remplis d'eau venaient à débâcler simultanément. Les eaux, dans ce cas, seraient peut-être animées d'une force si impétueuse, qu'elles pourraient renverser

tout ce qui se rencontrerait sur leur chemin, faire de larges échancrures dans les chaînes de montagnes, et ainsi former de grandes vallées. Cette idée a été développée par *Sulzer*, et outrée par *Lamanon*(1). Elle se présente très-naturellement, lorsqu'on considère les grands lacs de l'Amérique septentrionale qui s'écoulent l'un dans l'autre, et tous à la fin dans le fleuve Saint-Laurent. Si les terrains qui bordent l'Ohio, et où l'on trouve les os des mammouths, sont imprégnés de sel; si la plaine qui entoure le fleuve des Amazones est, comme on dit, absolument composée de terres molles et dépourvues de pierres; si l'on trouve sur la plaine de Crau en Dauphiné, les mêmes galets et cailloux roulés que sur les bords du lac de Genève, toutes ces circonstances peuvent s'expliquer au moyen de l'écoulement des lacs intérieurs; mais la certitude historique manque, et manquera toujours à ces hypothèses.

Il est d'ailleurs certain que les vallées ont dû préexister, pour que l'écoulement des eaux se fît. Ainsi, tout ce qu'on peut accorder à cette théorie de l'excavation du terrain par des courans d'eau, doit se borner à des effets qui ne regardent que les couches superficielles.

Nous abordons une question qui a beaucoup occupé les géographes physiciens; les eaux de la mer ont-elles diminué?

Commençons par définir le sens de la question. Il ne s'agit point de ces fluides, marins ou autres, qui à diverses époques couvraient le globe, et dans lesquels vivaient les innombrables mollusques et polypes que nous avons vus exister jusque sur le sommet des plus hautes montagnes. Il est évident que ces fluides ont disparu; mais le mode lent ou rapide de cette disparition, et ses causes internes ou externes, ne peuvent nous être connues que par conjecture.

(1) *Lamanon*, Journal de physique, 1789, décembre, p. 474.

L'homme n'existait point lors de ces révolutions qui ont entassé les uns sur les autres les restes des animaux de mer et d'eau douce. Il n'est question que des changemens qu'a pu subir la mer du globe terrestre, depuis la dernière révolution qui créa nos continens actuels. Ici la réponse devient possible.

Une expérience assez longue, celle de plus de vingt siècles éclairés par le flambeau de l'histoire, semble prouver que la mer actuelle, considérée quant à son volume et à sa masse totale, est dans un état parfaitement stationnaire; de sorte que l'évaporation de ses eaux est égale à la quantité dont les fleuves l'augmentent, et que son étendue n'est ni diminuée, ni augmentée. Mais des circonstances locales, comme, par exemple, le défrichement des terres, la destruction des forêts, l'engorgement ou le déblaiement des rivières peuvent, pour un certain temps, faire varier le niveau de quelques mers intérieures. D'autres causes temporaires ou locales peuvent produire, dans l'Océan même, non pas une augmentation ou diminution de volume, mais de petites oscillations qui, en faisant sortir les eaux de leur équilibre, occasionent d'un côté les petites retraites de la mer, par conséquent la formation des nouveaux terrains; et, d'un autre côté, de petites invasions de la mer sur la terre. Ces changemens se compensent mutuellement, et sont de trop peu d'étendue, et surtout trop variables, pour influer sensiblement sur la forme des grands continens.

La mer actuelle travaille en deux manières à changer la forme de ses rivages. Elle crée de nouveaux terrains en y déposant du sable, du gravier, des coquilles et des plantes marines; en repoussant et retenant le limon et les autres matières apportées par les fleuves; en minant les montagnes qui bordent la côte, ce qui produit des éboulemens; en se retirant elle-même, soit parce que les fleuves apportent une

moindre quantité d'eau, ou parce que d'un autre côté elle a conquis quelque terrain sur lequel elle a étendu une partie de ses eaux. Elle a envahi des terrains anciens en les minant et les faisant crouler, ou en s'élevant au-dessus de son niveau, lorsque, par une cause quelconque, son bassin aura été resserré en d'autres endroits (1).

Les mers de l'Europe, étant les mieux observées, nous fourniront les preuves de nos assertions. Commençons par la Méditerranée.

Nous avons vu qu'en prenant dans Homère le nom d'*Egyptos* pour celui du fleuve, et non pas pour celui du pays (2), on pouvait se dispenser d'admettre que la mer a comblé le prétendu ancien golfe qui entrait dans l'Egypte jusqu'à Thèbes, et qui séparait d'une journée de navigation l'île de *Pharos* de la terre-ferme, comme on l'affirme communément (3). Quelques atterrissemens moins considérables

(1) Ce n'est pas seulement l'action de la mer qui tend à dégrader les falaises; les sources qui traversent certains terrains qui bordent les côtes parviennent au même résultat. C'est ainsi que tous les ans les falaises de la Normandie cèdent une partie de leur masse à l'Océan. Ces falaises sont formées de bancs de craie reposant sur des couches d'argile et de sables; dans certaines localités, les sources, en imbibant sans cesse les couches argileuses, font glisser celles-ci sur les couches plus solides qui les supportent, et, par leur propre poids, elles sont entraînées vers le rivage; ailleurs, l'action des eaux pluviales dégrade les masses supérieures de craie et en provoque la chute sur la plage. Ces effets semblent ne s'arrêter que lorsque les falaises ont acquis une inclinaison d'environ 45 degrés.
J. H.

(2) Voyez tom. I de cet ouvrage, liv. II, p. 47.

(3) Une savante dissertation de M. Letronne, insérée dans le *Bulletin universel* (section des sciences naturelles, juin 1831, tom. XXV), prouve que le mot Αἴγυπτος signifie dans Homère l'Égypte, et non le Nil, attendu que lorsque le poète grec parle de ce fleuve, il se sert toujours du mot ποταμὸς, auquel il ajoute Αἴγυπτος, pris adjectivement. Il suit de là que l'île de Pharos, dont il est question dans l'Odyssée, était, selon l'expression d'Homère, éloignée du continent *de toute la distance que peut franchir en un jour entier un agile vaisseau dont un vent favorable enfle les voiles*. Mais comme l'île de Pharos qui, réunie depuis au continent pour fermer le vieux port d'Alexandrie, n'en était éloignée que

ont sans doute eu lieu depuis l'époque où Hérodote nous donne la première description de ce pays; ils sont dus moins encore au limon qu'entraîne le fleuve, qu'aux vents qui emportent avec eux les sables des déserts voisins. C'est ce qui arrive encore journellement sur les côtes de l'Egypte (1).

d'environ 7 stades ou 700 toises, et non d'une journée de navigation, il fallait admettre qu'Homère, qui d'ailleurs ne connaissait pas l'Égypte, était tombé dans une grave erreur en parlant de cette île, ou supposer que depuis l'époque dont parle le poète, les atterrissemens du Nil avaient considérablement rapproché l'île du continent. Ce dernier parti est celui qu'ont pris les scholiastes et les anciens auteurs même, tels que Strabon, Plutarque, Pline, Sénèque et Pomponius Mela. Ce sont seulement les modernes qui ont imaginé que par le mot Αἴγυπτος Homère avait désigné le Nil : par là ils justifient à peu près la position qu'il donne à l'île de Pharos, en ayant soin cependant de ne prendre pour le Nil que la branche de ce fleuve appelée *canopique* dont l'embouchure était à un peu plus de 5 lieues de l'île : bien que cette distance même fût bien petite pour être assimilée à celle d'une journée de navigation; mais ils se rejetaient sur l'imperfection des procédés nautiques à l'époque d'Homère. Tel est en substance l'objet de la dissertation de M. Letronne. Il reste donc prouvé que, pour expliquer une erreur évidente commise par le poète, les anciens et les modernes ont eu recours à différentes suppositions également inadmissibles. J. H.

(1) Après ces mots, Malte-Brun ajoutait : « Le port d'Alexandrie s'encombre; la ville de Damiette, dont la mer baignait les murs au temps de Louis IX, s'en trouve aujourd'hui considérablement éloignée. En compensation le lac Menzaleh paraît s'être formé, soit par l'écoulement d'un bras du Nil, dont on aurait négligé le curage, soit par une irruption de la mer. »

Nous avons retranché ce passage du texte, parce qu'il tendrait à perpétuer des erreurs trop long-temps accréditées, même parmi les savans. De nouvelles recherches historiques les condamnent pour jamais.

On a beaucoup trop exagéré la marche des atterrissemens formés à l'embouchure des fleuves. On a calculé fort légèrement qu'ils s'étendaient de 2 à 3 lieues par mille ans, tandis que leur accroissement est extrêmement lent. Si le port d'Alexandrie s'encombre depuis long-temps, c'est que depuis long-temps cette ville a perdu son importance commerciale; c'est que depuis long-temps l'Égypte est soumise à l'influence du gouvernement turc, dont l'imprévoyance est bien connue; et qu'aujourd'hui, malgré les vues d'amélioration introduites dans ce pays à la faveur du crédit dont y jouissent les Européens, le mal est devenu pour ainsi dire sans

Le long des côtes orientales de la mer Méditerranée et de ses golfes, on observe peu d'atterrissemens. Cependant l'île de Tyr a été unie au continent par une main plus puissante que celle d'Alexandre. Le Méandre a comblé peu à peu la vallée dans laquelle il coule, et qui jadis était un golfe. Les habitans de Milet et d'Ephèse ont plusieurs fois changé l'emplacement de leurs villes, en suivant la mer qui s'éloignait de leurs murs. En Grèce, on ne voit aucun atterrissement considérable sur les côtes d'est; mais sur

remède. D'un autre côté, si Damiette n'est plus située au bord de la mer, ce n'est point aux atterrissemens du Nil qu'il faut l'attribuer, mais à un fait historique resté inconnu jusqu'au moment où un savant orientaliste a prouvé, par l'autorité des historiens arabes, que l'ancienne ville de Damiette ayant été trop long-temps pour le repos des musulmans le rendez-vous des armées de croisés, fut détruite et reportée à 2 lieues plus loin dans l'intérieur des terres.

On lit à ce sujet dans l'ouvrage de M. Reynaud, intitulé *Extraits des historiens arabes relatifs aux guerres des croisades*, que vers l'an 1250, au rapport de Makrizi, les émirs de l'Égypte, dans la crainte de quelque nouvelle invasion de la part des chrétiens de l'Occident, se déterminèrent à raser Damiette, ville où se dirigeaient depuis long-temps les flottes ennemies; que cette cité fut renversée de fond en comble, et que les habitans s'établirent loin des bords de la mer; ce qui donna naissance à la ville d'aujourd'hui. En 1260, le sultan Bibars fit fermer la branche du Nil qui passait à Damiette, afin d'ôter aux vaisseaux chrétiens tout moyen de pénétrer dans le cœur du pays. « On enfonça des troncs d'arbre dans le lit du fleuve à l'endroit où il se jette dans la mer, et il devint impossible aux gros navires de le remonter. Encore aujourd'hui, poursuit Makrizi, les gros bâtimens qui viennent par mer ne peuvent franchir ce passage; on est obligé de décharger les marchandises sur des barques particulières nommées *germes*, qui les transportent à la nouvelle Damiette : un gros bâtiment ne pourrait tenter le passage sans de grands dangers. La Damiette actuelle n'est pas à la même place que l'ancienne; elle est plus éloignée de la mer : elle commença par des cabanes de roseaux, et aujourd'hui elle est devenue une ville importante, commerçante, ornée de bains, de mosquées, de colléges, en un mot une des plus belles villes de Dieu qui se puissent voir. »

Quant au lac Menzaleh, il paraît avoir été formé plutôt par des dunes de sable que par l'envahissement de la mer. Ses eaux sont saumâtres jusqu'à l'époque de la crue du Nil; ses environs sont couverts de marais salans. J. H.

celles d'ouest, la célèbre île de Leucate est devenue une presqu'île. Un grand nombre d'îlots situés devant les embouchures des rivières, se sont joints à la terre-ferme (1).

Dans le golfe de Venise, des changemens très-remarquables ont eu lieu. *Ramazzini*, ayant observé que tout le pays modénois est suspendu au-dessus d'un lac souterrain, et que l'on y trouve beaucoup de coquilles, s'est même persuadé que la Lombardie avait en grande partie été formée par les atterrissemens combinés du Pô et de la mer. Tout ce qu'il y a de certain, c'est que le Pô faisait autrefois de très-grands ravages, en inondant souvent des provinces entières; on l'a enchaîné par de fortes digues; mais en renouvelant ces remparts, qui préservent le pays d'une submersion totale, on a forcé le fleuve à exhausser lui-même son lit; ce qui fait que le niveau des eaux du Pô est aujourd'hui élevé de plusieurs pieds au-dessus des terrains qui l'environnent.

Les environs de Ravenne, d'Aquiléja et de Venise, offrent des faits plus constans et mieux prouvés. Il est hors de doute, d'après les observations de *Manfredi* (2), que le sol auprès de Ravenne a baissé tellement que le pavé de la cathédrale n'est qu'à 6 pouces au-dessus du niveau de la haute marée; mais en même temps la terre s'est étendue de manière que cette ville, placée autrefois au milieu des marais et des lagunes, et pourvue d'un excellent port (3), est aujourd'hui éloignée de la mer de trois milles d'Italie ($\frac{1}{4}$ de lieue), et entourée de prés et de champs. Les Vénitiens craignent de voir leurs lagunes se dessécher, et cependant le sol même de Venise s'est un peu enfoncé. Aquiléja était autrefois voisine de la mer (4). On prétend

(1) *Strab.*, lib. II, passim. *Plin.*, Hist. nat., II, c. 89.

(2) *Manfredi*, De aucta maris altitudine, in *Opusc. Bononiens.*, II, 120.

(3) *Bianchi*, Specim. æstus marini. *Moro*, des Changemens de la terre, II, ch. 25.

(4) Ce que nous avons dit d'Alexandrie, nous le dirons à plus forte

que la mer, au contraire, fait des invasions sur les côtes de l'Istrie et de la Dalmatie; on y trouve des colonnes, des pavés en mosaïque et des urnes sous les eaux.

La côte occidentale de l'Italie présente, dans un très-petit espace, deux phénomènes en apparence contradictoires. Les marais Pontins couvrent aujourd'hui une partie de *la voie d'Appius*, tandis que dans l'embouchure même du Tibre, on voit un terrain qui n'y était point du temps des anciens Romains. Mais ce n'est pas la mer qui a couvert le chemin d'Appius, ce sont les rivières, dont la négligence des habitans modernes a laissé encombrer les embouchures. De même, si les fameuses maisons de plaisance de l'ancienne *Baiæ* se trouvent aujourd'hui ensevelies sous l'eau, c'est que ces édifices, séjour du luxe et de l'ostentation, étaient bâtis au milieu de la mer (1).

Sur les côtes de l'Espagne et de la France, la Méditerranée a également perdu, sans rien avoir gagné (2). Depuis l'embouchure du Rhône jusques à Agde, la mer a perdu du terrain, ou, comme on dit, s'est retirée. Le port de Barcelone devient tous les jours moins profond. Ainsi, sans entrer dans un plus long détail, nous pouvons dire que la somme des atterrissemens connus de la Méditerranée semble plus considérable que celle de ses envahissemens. Mais, d'un côté, nous sommes hors d'état de pouvoir comparer

raison d'Aquiléja. Il est certain que depuis la ruine de cette ville antique par Attila, elle n'a jamais pu se relever; que la conséquence de sa détresse a été l'augmentation des marais insalubres qui l'entouraient, et que son insalubrité a fait négliger l'entretien de son port; mais qu'il n'est pas prouvé qu'elle soit plus loin de la mer que du temps de sa prospérité. J. H.

(1) Voyez *Peinture d'Herculanum*, tom. III.

(2) Ici Malte-Brun ajoute : « Aigues-Mortes, dans le ci-devant Languedoc, était, au treizième siècle, voisine de la mer, qui à présent en est éloignée de deux lieues. » C'est encore une erreur qui a passé jusqu'à ce jour pour un fait incontestable, que l'abaissement de la Méditerranée du côté d'Aigues-Mortes. Nous renvoyons à ce sujet le lecteur au Livre LIII de cet ouvrage, tom. III, pag. 334. J. H.

les états modernes et anciens des côtes de l'Afrique; de l'autre côté, il y a sur la Méditerranée un nombre infini de ports célèbres, qui conservent exactement le même niveau des eaux qu'aux temps des anciens; Marseille, Gênes, Syracuse, Navarins ou Pylos et vingt autres lieux, se trouvent dans la même position. Les ruines d'Herculanum touchent à la mer comme la ville elle-même du temps de Strabon. Le pavé du théâtre bâti à Adria, il y a environ 2500 ans, n'est que d'un pied et demi plus élevé que la haute marée de l'Adriatique; dans l'océan Atlantique, les ports de Cadiz et de Lisbonne, et plusieurs autres que l'on pourrait citer encore, n'ont point éprouvé de changemens. Sur la pointe du comté de Caernarvon dans le canal Saint-George, le puits de la Vierge, que les pélerins allaient visiter dès le XIe siècle, n'est toujours abordable qu'à la basse marée. Dans la mer d'Oman, une île de sable située à l'embouchure de l'Indus, est encore comme au temps d'Arrien couverte par le flux, et à sec pendant le reflux. Donc il n'y a pas lieu à supposer une diminution générale.

L'océan Atlantique a fait quelques atterrissemens sur les côtes de France. Il a contribué à élever ces landes sablonneuses qui règnent de Bordeaux jusqu'à Bayonne; plusieurs baies y ont été comblées, et l'Adour s'est vu obligé de chercher un nouveau débouché. Un district entre La Rochelle et Luçon, et en général tout le *marais de la Vendée*, ont été arrachés aux eaux (1). La petite baie où est situé le mont Saint-Michel, entre la Bretagne et la Normandie, paraît également se dessécher. Mais nous avons vu la mer reprendre, auprès de Dol, des terrains qui lui avaient appartenu (2).

(1) *La Bretonnière*, Statistique de la Vendée.

(2) C'est à M. *Fleuriau de Bellevue*, correspondant de l'Académie des sciences, que l'on doit la connaissance des buttes coquillières de *Saint-Michel en l'Herm*, à deux lieues au sud-ouest de Luçon. Elles sont situées

Varenius, *Lulof* et autres géographes, ont décrit les atterrissemens que la mer d'Allemagne a formés sur les côtes de la Hollande. On voit ici beaucoup d'effets d'un genre différent, qui tous concourent au même but; on voit surtout un exemple frappant de ces vicissitudes éternelles auxquelles l'action de la mer sur les terres semble être soumise. Dans les temps les plus reculés dont l'histoire parle, ces contrées étaient d'immenses marais que les flots de la mer et les fleuves se disputaient; les premiers y apportaient du sable, les seconds du limon; ainsi, il s'y forma des terrains plus élevés, et en quelque sorte habitables; cependant ces terrains, tantôt couverts d'eau, tantôt laissés à sec, appartenaient également à l'un et à l'autre élément. L'industrie humaine dirigea le cours errant des rivières, arrêta la fureur des vagues par d'immenses digues, et se créa de cette manière une patrie au sein même des eaux. Mais il resta des lacs, des bourbiers, des marais; les rivières minaient sourdement ces terrains mal affermis; la mer y pénétrait par les larges embouchures des fleuves. Plusieurs grandes marées furent les époques des écroulemens et des révolutions désastreuses, dont les trois suivantes sont les plus remarquables.

Le *Zuyderzée* n'était anciennement qu'un lac de mé-

à 6 kilomètres des bords de l'Océan; leur longueur est d'environ 900 mètres, et leur sommet est élevé de 15 mètres au-dessus des plus hautes marées. Elles sont composées de coquilles marines qui ont conservé leur solidité et leur couleur, et qui appartiennent aux mêmes espèces que celles qui vivent près de nos côtes. Rien ne paraît justifier l'opinion que ces collines aient pu être formées par un soulèvement produit par quelque commotion souterraine; il est plus naturel d'admettre qu'elles ont été mises à découvert par l'abaissement de l'Océan; mais il est difficile de croire qu'elles ont été abandonnées par la mer depuis les temps historiques : cet événement doit remonter à la dernière époque géologique, époque qui est probablement la même qui a vu le canal de la Manche s'ouvrir, et, séparant la Grande-Bretagne de la France, former les îles Britanniques. J. H.

diocre étendue, qui s'écoulait dans la mer par la rivière de Ulie, le *Flevo* de Tacite. Environ vers l'an 1250, la mer y fit une irruption ; de vastes terrains, que les eaux courantes apparemment avaient minés, s'écroulèrent, et le Zuyderzée exista. Le golfe de *Dollart*, entre l'Ost-Frise et la province de Groningue, était, jusqu'en 1277, un canton fertile, couvert de riantes prairies. Le 19 novembre 1421, la force réunie de la mer et des rivières renversa des digues et noya, près de Dortrecht, 72 magnifiques villages, avec 100,000 individus (à ce qu'on dit) : ainsi se forma le lac de *Bies-Boch*, qui occupe une superficie de 12 lieues carrées (1).

Les côtes danoises de Sleswig et de Holstein nous présentent un spectacle à peu près semblable. La mer y a fait des conquêtes et des pertes. L'île de *Nord-strand* fut engloutie en 1634, celle de *Helgoland* avait été fort endommagée dans le XIIIe siècle. D'un autre côté, la mer apporte sur les côtes de la terre-ferme, du limon gras, de l'argile bleuâtre et du sable ; lorsque ces matières ont pris quelque consistance, on l'entoure de digues ; ces terrains deviennent si fertiles, qu'en très-peu d'années ils dédommagent les cultivateurs de tous les frais que leur acquisition a coûtés. Sur les côtes du Jutland, dans le district de Thy, la mer a rempli de sables plusieurs anciens golfes, où des pirates avaient leur retraite, d'après l'histoire ancienne du Nord ; elle a peut-être formé l'isthme qui la sépare aujourd'hui du golfe dit *Liim-fiord*, qui semble avoir été un ancien détroit. Toute la côte occidentale et septentrionale du Jutland (depuis 55 degrés 24 minutes) jusqu'au cap Skagen (57 degrés 40 minutes environ), nous semble être un produit de la mer, qui, en entassant des sables, a fait une côte unie de ce qui était autrefois une chaîne d'îles.

(1) *Lulof*, Introduction à la Géographie physique, en hollandais, § 432 *sqq*.

Les petits changemens qui ont eu lieu dans la Baltique ne prouvent nullement une diminution générale des eaux de cette mer (1). Des naturalistes célèbres ont donné les coquilles et autres débris fossiles, comme preuves de cette diminution générale, tandis que des historiens s'efforçaient de la prouver par l'encombrement d'anciens ports et détroits. Ces deux argumens se rapportent évidemment à deux époques différentes : nous avons vu qu'à l'exception de quelques dépôts marins qui appartiennent évidemment à une époque moderne, tous les débris d'animaux fossiles se rapportent à un âge antérieur aux sociétés humaines; quant aux temps historiques, qui pour la Suède ne commencent qu'avec le IXe siècle, il y a eu, sur quelques côtes de la Suède, des atterrissemens, surtout entre ces labyrinthes de rochers qui la bordent en grande partie. Ces atterrissemens sont dus à la violence des courans, qui, en même temps, sont très-variables; mais les pertes et les conquêtes de cette mer se compensent mutuellement. Si le détroit entre la Poméranie suédoise s'encombre du côté du nord, il devient tous les jours plus profond du côté de l'est. En général, on doit dire, avec *Browallius* (2), que si mille observations prouvaient la diminution des eaux, une seule observation contraire suffirait pour réduire ces observations à une vérité purement *locale*. Or, ce n'est pas une, mais cent observations contraires qui prouvent qu'il n'y a pas eu d'abaissement général dans le niveau de la mer Baltique. De vieux chênes, de trois siècles, et croissant sur des terrains bas, voisins de la mer, des châteaux qui existent de-

(1) *Linnæus*, de telluris habitabilis incremento, *Amœnit. academ.*, II, 430. *Id.*, Voyage de Westrogothie, d'Acland, de Scanie, etc. *Ol-Celsius*, Observat. Acad. scienc., Succ., 1743, p. 33. *Daliu*, Histoire de la Suède, préface. *Bergmann*, Géographie physique, 5e section, chap. 3. *Ferner*, Discours contenant l'histoire de la dispute sur la diminution des eaux. — (2) *Browallius*, Recherches physiques et historiques sur la prétendue diminution des eaux, etc. Stockholm, 1756.

puis des siècles dans des lieux qui, selon l'hypothèse de *Celsius*, auraient dû être nouvellement sortis de dessous l'eau; voilà ce qu'on a victorieusement opposé aux calculs hypothétiques des dessécheurs. Browallius indique beaucoup d'endroits, même sur les côtes suédoises, où la mer est devenue plus profonde. Je dois ajouter que les géographes allemands assurent la même chose en général, quant aux côtes allemandes de cette mer.

Les argumens historiques en faveur de la diminution des eaux de la Baltique, ont été également renversés. On avait insisté sur les expressions vagues des géographes grecs et romains, qui représentent la Scandinavie comme une grande île; mais si la mer eût, depuis les temps de Pline, baissé assez pour que le sol de la Finlande, élevé de 500 à 1000 pieds, fût sorti de dessous les eaux, il s'ensuivrait que le Mecklenbourg, le Holstein, les landes de Hanovre et de Westphalie, et l'île des Bataves, terrains élevés seulement de 2 à 400 pieds, auraient dû être également sous l'eau; tandis qu'il est bien certain que les armées romaines y faisaient la guerre, et que Ptolémée, au commencement du IIe siècle, décrit ces régions de manière qu'on y reconnaît leurs formes actuelles, à quelques petits changemens près.

Les cartes du moyen âge ne prouvent rien en faveur de la diminution des eaux. On conserve dans le couvent de Saint-Michel de Murano, à Venise, une mappemonde qui a été faite par un des moines de ce monastère, nommé *Fra Mauro*. Cette carte a été faite avec les secours fournis par un P. *Quirini*, qui, en 1431, avait navigué jusqu'en Trondhiem, et de là avait traversé la Suède par terre. On y voit la mer Baltique plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui (1). Mais qui ne sait pas que sur toutes les cartes an-

(1) Voyez ce que nous avons dit de *Fra Mauro*, tom. I de cet ouvrage, Livre XIX, pag. 532. J. H.

ciennes, des dessinateurs et des graveurs mal habiles ont arrondi les caps, resserré ou étendu les îles, et déblayé les mers selon leur bon plaisir? Comment peut-on attribuer une si grande autorité à des cartes *générales*, faites dans des siècles où il n'y avait pas encore une seule carte *spéciale* levée avec soin?

Enfin l'argument décisif et invincible en faveur de l'état stationnaire de la mer Baltique depuis vingt siècles, c'est l'identité de tant de noms de provinces et de districts connus dans l'histoire ancienne du nord, et qui se retrouvent encore de nos jours, appliqués aux mêmes lieux; c'est la ressemblance du pays tel qu'il existe, avec tout ce qui se lit chez les anciens historiens; l'antique célébrité (dans la Scandinavie) des contrées qui n'auront pas seulement pu exister, si l'on admet l'hypothèse celsienne; enfin le silence absolu des traditions populaires et des anciennes poésies scaldiques, qui n'auraient pas manqué de conserver des souvenirs très-vifs d'une aussi grande et aussi mémorable métamorphose; en un mot, si la mer Baltique a diminué, cet événement se rapporte à ces temps reculés dans la nuit des siècles, où peut-être une très-grande catastrophe causa un desséchement général de l'Océan, qui couvrait une grande partie de la terre. Mais si une telle révolution a eu lieu, c'est certainement un événement qui n'a rien de commun ni avec l'ordre de choses sous lequel nous vivons, ni avec une diminution successive de la mer actuelle (1).

On peut proposer à l'égard de la mer Baltique une hypothèse moins présomptueuse; on peut attribuer uniquement aux grands défrichemens de la Finlande, et de quelques provinces russes, ainsi qu'à la destruction successive

(1) *Bring* (depuis nommé *Lagerbring*), de Fundamentis chronologiæ Sueo-Gothicæ, p. 48-50-55-73-76. *Rhyzelius*, Episcoposcopia Sueo-Gothica, II, 148. *Suhm*, Esquisse de l'origine des peuples, p. 11, etc.

des forêts dans tout le nord, une diminution successive dans la quantité des eaux fluviatiles versées dans la mer Baltique; par conséquent cette mer, autrefois un peu plus élevée que la mer du Nord et l'Océan, aurait baissé jusqu'au niveau général des autres mers. Non seulement les défrichemens diminuent quelquefois, et d'autres fois augmentent la quantité d'eau courante d'une contrée, mais ils changent aussi la constitution atmosphérique; ils la rendent, généralement parlant, plus chaude; par conséquent ils augmentent l'évaporation qui se fait journellement à la surface des eaux. Nous croyons que cette explication pourrait être suffisante pour rendre compte de tous les changemens qu'on observe dans le niveau des mers méditerranées.

Nous avons vu opérer la mer Baltique; nous avons vu l'île de Hveen, le célèbre séjour de Tycho-Brahé, diminuée par la violence des flots; tandis qu'à peu de lieues de là, près la pointe méridionale de la Scanie, il s'est formé un îlot, composé de sables, qui s'est exhaussé et consolidé par la réunion de quelques graminées qui y ont pris racine. Elle s'agrandit tous les ans, sans que la mer voisine baisse. Les détroits par où se déchargent les lacs et les méditerranées, peuvent être comparés aux fleuves qui souvent font éprouver à leurs rivages des changemens locaux.

La gelée contribue à hausser certaines parties des côtes de la Baltique. Quand les lacs et fleuves sont gelés, les terres poreuses qui les bordent, forment, avec l'eau voisine, une seule masse de glace; si maintenant des eaux non gelées viennent se joindre à la masse également non gelée des lacs ou des fleuves, la croûte de glace doit se soulever; les terres gelées suivent ce mouvement; le vide qui se forme au-dessous de ces couches soulevées, se remplit par le limon et le gravier du fond des lacs et des fleuves; ainsi, après le dégel, elles restent au niveau plus élevé

qu'elles ont pris. On observe ces faits tous les ans dans l'Ostrobothnie (1). Les glaces marines, subitement brisées par quelque oscillation de la mer, soulèvent des rochers entiers, et les portent plus en avant dans les terres. On cite en Suède deux rochers qui doivent à cette cause une position plus élevée qu'ils ne l'avaient autrefois (2).

Kalm, ce judicieux voyageur, qui a si bien observé l'Amérique septentrionale, dit qu'il se fait des atterrissemens considérables dans la province de la Nouvelle-Jersey, le long des rivières; mais il les attribue aux défrichemens. La terre sauvage, couverte de rochers, de mousses et de ronces, ne donne aucune prise aux eaux courantes, tandis

(1) *Bergmann*, Géographie physique, II, 244 *sqq*.

(2) *Runeberg*, Dissertation, etc., dans les Mémoires de l'académie de Stockholm, 1765. Nous devons cependant dire ici que la question de l'abaissement de la Baltique a paru assez importante pour que vers l'an 1820, les gouvernemens suédois et russe aient cru devoir charger des savans recommandables de vérifier les observations de leurs devanciers, et de fixer par des mesures exactes des points de comparaison propres à constater le fait. Des rochers qui sortent du sein des eaux, et qui portent l'empreinte de la main de l'homme, ont servi sur plusieurs plages de points de comparaison. Les recherches que nous rappelons ont servi à démontrer un abaissement de niveau qui ne suit pas la même loi dans toutes les parties de la Baltique. C'est dans le golfe de Bothnie qu'il est le plus considérable : il paraît être de 4 pieds par siècle, et diminue dans la direction du sud; il n'est plus que de 2 pieds par siècle sur la côte de Kalmar. Ces recherches ont conduit à la connaissance d'un fait qui, pour n'avoir pas été constaté par des savans, n'en est pas moins digne de toute leur attention : c'est que les eaux de la Baltique ne s'abaissent pas, mais que c'est le terrain de la côte de Bothnie qui s'élève depuis long-temps. Cette opinion est répandue parmi les habitans des îlots granitiques qui bordent la côte. Ce qui semble l'appuyer plutôt que la contredire, c'est que les îles d'Aland et de Gottland, qui sont calcaires et arénacées, passent pour ne point éprouver ce changement de niveau. Et en effet, si l'abaissement apparent des eaux est dû au soulèvement des terrains, ce soulèvement doit être beaucoup plus sensible sur les roches de gneiss et de granite que sur le calcaire, puisque les premières sont beaucoup plus rapprochées que les autres du centre d'action qui produit le soulèvement.

L'exhaussement de la côte de Valparaiso, en 1822, donne beaucoup de vraisemblance à ce qui paraît se passer sur les côtes de la Bothnie. J. H.

que les terrains labourés présentent à l'action de ces eaux une surface ameublie par la charrue, décomposée par l'air et le soleil, et dont les molécules lisses et légères se laissent facilement entraîner et emporter par les rivières. Cette observation nous paraît excellente, et parfaitement conforme à ce qu'on voit dans le nord, surtout dans les terrains argileux et limoneux (1).

Nous croyons inutile d'entrer dans un détail minutieux sur ce qui regarde les autres parties du monde. Les accroissemens du *Tehama* de l'Arabie, et la prétendue submersion du *Pont d'Adam*, qui joignit, dit-on, l'île de Ceylan à l'Inde, nous fournirait un contraste décidé. Le *Voyage de Néarque* nous apprendrait que, malgré des marées immenses, les côtes, à l'embouchure de l'Indus, n'ont pas été sensiblement changées depuis les siècles d'Alexandre. En nous fiant aux annales chinoises, nous aurons, au contraire, de belles preuves pour le desséchement continuel du globe. Mais les côtes nord-ouest de l'Amérique nous offriraient des traces de l'avidité de l'Océan. Enfin, tous les faits bien examinés, bien pesés, ne nous mèneraient qu'à cette conclusion : que *la mer actuelle est dans un état stationnaire*, et que son niveau ne se baisse et ne s'élève que par des causes locales et temporaires, sans qu'en général son volume change (2).

(1) *Kalm*, cité par *Browallius*, § 108.

(2) Plusieurs physiciens ont pensé, au contraire, que l'Océan devait tendre à diminuer sa masse en élevant son niveau. En tenant compte de toutes les causes qui peuvent contribuer à produire ce résultat, telles que les atterrissemens formés par les fleuves à leur embouchure; les éboulemens des côtes escarpées qui bordent certains rivages; l'accumulation continuelle des dépouilles de mollusques, de polypes et de tous les animaux marins; l'accroissement sans cesse renaissant des nombreux végétaux qui croissent au fond des mers; l'absorption de liquide opérée par les animaux et les végétaux; on comprendrait encore que depuis deux mille ans seulement que l'on a quelques points de comparaison sur la diminution ou l'état stationnaire des mers, ces changemens seraient presque

Contemplons maintenant les ravages d'un autre élément. Le nom de *volcan*, emprunté de celui que les Romains donnaient au dieu qui, selon eux, présidait à l'élément du feu, désigne aujourd'hui les montagnes qui vomissent de la flamme, de la fumée et des torrens de matière fondue. On dit aussi un *mont ignivome*. La cheminée par laquelle sortent la fumée et la matière fondue, finit par une vaste cavité en forme de cône tronqué et renversé. Cette bouche du volcan s'appelle *cratère*.

C'est un des phénomènes les plus effayans et les plus majestueux que l'éruption d'un volcan. Les signes avant-coureurs de l'explosion annoncent déjà le combat invisible des élémens en courroux. Ce sont des mouvemens violens qui ébranlent au loin la terre, des mugissemens prolongés, des tonnerres souterrains, qui roulent dans les flancs de la montagne tourmentée; bientôt la fumée, qui sort presque continuellement de la bouche du volcan, augmente, s'épaissit et s'élève sous la forme d'une colonne noire. Le sommet de cette colonne, cédant à son propre poids, s'affaisse, s'arrondit et se présente sous l'aspect d'une tête de pin, qui a pour tronc la partie inférieure. Cet arbre hideux ne reste pas long-temps immobile; les vents en agitent la sombre masse et la dispersent en rameaux, qui forment autant de traînées de nuages. D'autres fois, la scène s'ouvre avec plus d'éclat: un jet de flamme s'élève au-delà des nuages, se tient immobile pendant quelque temps, et semble alors une colonne de feu qui repose sur la terre et menace d'embraser la voûte des cieux. Une fumée noire l'en-

insensibles, ainsi que l'a prouvé M. Hoff par un calcul très-simple. Il suppose, par exemple, la superficie qu'occupent les mers égale seulement aux deux tiers de la surface totale du globe, et pour élever d'un pouce le niveau des eaux, il faudrait qu'il y tombât une masse égale à 22 milles cubiques allemands, ou aussi grande que tout le Delta du Nil, et haute de 5000 pieds. Que l'on juge par là de la quantité de matière solide qu'il faudrait pour produire une augmentation de quelques mètres. J. H.

vironne, et en interrompt, de temps en temps, l'éclat éblouissant par des veines obscures. De nombreux éclairs semblent sortir de cette masse enflammée. Soudain, la brillante cascade semble retomber dans le cratère; et à ses terribles clartés, succède une nuit profonde. Cependant l'effervescence fait des progrès dans les abîmes intérieurs de la montagne : des cendres, des scories, des pierres enflammées, s'élèvent en lignes divergentes, comme les gerbes d'un feu d'artifice, et retombent autour de la bouche du volcan; d'énormes fragmens de rochers semblent être lancés contre les cieux, par les bras de nouveaux Titans. Souvent un torrent d'eau est chassé avec impétuosité, et roule, en sifflant, sur les rochers enflammés. Enfin, il s'élève du fond de la coupe ou du cratère, une matière liquide et brûlante, semblable à un métal en fusion; elle remplit toute la capacité du cratère, et vient jouer sur les bords de l'orifice. Une quantité abondante de scories flotte à sa surface; elles se montrent et disparaissent tour à tour, selon que la masse liquide s'élève ou s'abaisse dans le cratère où elle semble bouillonner. Ce spectacle, d'une horrible majesté, n'est que le prélude de désastres réels. La matière liquide se déborde, coule sur les flancs du cône volcanique, et descend jusqu'à sa base. Là, quelquefois elle s'arrête, et, semblable à un serpent de feu, se replie sur elle-même. Plus souvent, elle se dilate, et sort de dessous une espèce de croûte solide, qui s'est formée à sa surface; elle s'avance comme un fleuve large et impétueux, détruit et enveloppe tout ce qui se présente sur son passage, franchit les obstacles qu'elle n'a pu renverser, dépasse les remparts des cités ébranlées, envahit des terrains de plusieurs lieues d'étendue, et transforme, en un instant, des campagnes florissantes et tranquilles, en une plaine brûlée, où le désespoir erre parmi des ruines fumantes.

Les mêmes ravages peuvent avoir lieu, sans que la

matière liquide, appelée *lave*, sorte précisément par le haut du volcan; elle est quelquefois trop compacte, trop pesante, pour être soulevée jusqu'au sommet. Alors son violent effort occasione plusieurs nouvelles ruptures dans le flanc de la montagne, par où ce torrent igné se précipite.

Considérons maintenant l'emplacement des montagnes volcaniques.

Une grande chaîne de montagnes ignivomes s'étend tout autour du Grand-Océan. La Terre de Feu, le Chili, le Pérou, toute la chaîne des Andes, sont remplis de volcans. On distingue au Pérou ceux d'Arequipa et de Pichinca, celui de Cotopaxi, dont la flamme, en 1738, s'éleva à plus de 2000 pieds, et dont l'explosion fut entendue à 120 lieues de distance, s'il faut en croire les Espagnols. Le *Chimborazo*, la plus haute montagne du globe, est un volcan éteint; il y en a beaucoup d'autres. Humboldt a vu fumer l'Antisana élevé de 3020 toises. Si nous passons l'isthme de Panama, nous trouvons les volcans de Nicaragua et de Guatimala; leur nombre est infini : il y en a qui conservent de la neige éternelle, et qui par conséquent atteignent à une grande hauteur. Viennent ensuite ceux du Mexique proprement dit, savoir : l'Orizaba, le Popocatepetl, élevé de 2771 toises; le Jorullo sorti de terre en 1759, et plusieurs autres, tous situés sous le 19e parallèle de latitude (1). La Californie renferme cinq volcans en activité. Il n'est pas douteux, d'après les rapports de Cook, de La Pérouse et de Malaspina, qu'il n'y ait des volcans très-considérables et en grand nombre dans le nord-ouest de l'Amérique. Le mont Saint-Elie a près de 2800 toises de hauteur. Ces volcans forment l'anneau intermédiaire entre ceux du Mexique et ceux des îles Aléoutiennes et de la presqu'île d'Alaska. Ceux-ci, qui sont en très-grand nombre, tant éteints que brûlans (2),

(1) *Humboldt*, Essai sur le Mexique, ch. III, ch. VIII, p. 253.
(2) *Gmelin*, Description de la Russie, I, 238.

continuent la chaîne vers le Kamtchatka, où il y en a trois d'une grande violence. Le Japon en a huit, et l'île de Formose en renferme également plusieurs. Maintenant la bande volcanique s'élargit et devient d'une immense étendue; elle embrasse les Philippines, les Marianes, les Moluques, Java, Sumatra, les îles de la reine Charlotte, les Nouvelles-Hébrides, et, en un mot, tout ce vaste archipel qui forme la cinquième partie du monde. Il en sera parlé en détail dans la description de ces îles. Il serait trop long de les énumérer tous, puisque la seule île de Java en renferme six à sept (1).

Les autres chaînes volcaniques sont loin d'être aussi étendues. Il y en a peut-être une dans la mer des Indes. Les îles de Saint-Paul et d'Amsterdam, par des révolutions souterraines, le formidable volcan de l'île de Bourbon, et les jets d'eau chaude dans l'île de Madagascar, voilà les élémens connus de cette chaîne.

Le golfe d'Arabie baigne les pieds du volcan de *Gebel-Tar*. Les environs de la mer Morte, et toute la chaîne de montagnes qui parcourt la Syrie, ont été le théâtre des éruptions volcaniques. Il semble permis de lier ces deux faits.

Une vaste bande volcanique occupe la Grèce, l'Italie, l'Allemagne et la France. On connaît les fameuses révolutions de l'Archipel grec et ces îles nouvelles, produites par des explosions sous-marines. Bientôt les célèbres sommets de l'Etna se présentent à nos regards; cette montagne brûle depuis trois mille trois cents ans (2), elle est cependant entourée de volcans éteints, qui semblent beaucoup plus anciens. Les îles de Lipari semblent devoir leur origine aux volcans qu'elles renferment. Le Vésuve n'a pas toujours été le seul mont ignivome du royaume de Naples : sur une

(1) *Struyok*, Introduction à la Géographie (en hollandais), p. 67.
(2) *Guénau*, voyez *Collect. académ.* Part. franç., tom. VI, 489.

branche avancée de l'Apennin se forma anciennement le grand volcan de la *Rocca-Monfina* (1); ce qu'on nomme les *Champs-Phlégréens* est une réunion de cratères dont les uns sont devenus des lacs, d'autres des plaines arides et fumantes au milieu desquelles se fait remarquer la Solfatare; d'autres enfin des forêts ou des champs fertiles (2). Les îles Ponces sont un produit volcanique; les catacombes de Rome sont creusées dans des laves; la Toscane est remplie de sources chaudes, sulfureuses, et d'autres indices de volcans. *Arduini* a observé aux environs de Padoue, de Vérone et de Vicence, un grand nombre de volcans éteints; la Dalmatie en a plusieurs. Un savant minéralogiste a fait connaître ceux de la Hongrie (3). L'Allemagne en renferme un grand nombre, dont les mieux reconnus sont ceux de Kamberg, en Bohème; de Transberg, près Gœttingue, et ceux près Bonn et Andernach, sur les bords du Rhin. La partie méridionale de la France est remplie de volcans éteints, parmi lesquels le mont Cantal, le Puy-de-Dôme, ceux du Mont-Dor, ont obtenu une grande célébrité (4).

L'océan Atlantique n'est pas, comme le Grand-Océan, ceint d'une chaîne de monts ignivomes; mais il en renferme dans son sein même plusieurs groupes. Si la principauté de Galles, l'île de Staffa, et quelques autres parties de l'Ecosse et de l'Irlande, contiennent des preuves non équivoques de l'existence des volcans éteints, l'Islande nous présente son Hékla, son Katlagiaa-Iœkul, et plusieurs autres vol-

(1) *Scipione Breislack*, Topographia Campaniæ; et le *Journal de physique*, l'an VIII.

(2) Voyez notre article *Volcans*, dans la Géographie physique de l'Encyclopédie méthodique. J. H.

(3) *Beudant*: Voyage minéralogique et géologique en Hongrie. 3 vol. in-4°. Paris, 1822.

(4) *Beroldingen*, Volcans anciens et modernes, considérés physiquement, etc., Manheim, 1791, 2 vol. (en allemand).

cans qui s'élèvent du sein des neiges éternelles; ce foyer volcanique est un des plus actifs du globe; le fond même de l'Océan est agité, et les flots portent souvent des champs entiers de pierre-ponce, ou même cèdent, en bouillonnant, leur place à des îles nouvelles. Plusieurs circonstances font présumer qu'il y a quelques volcans dans l'intérieur du Groënland. Cette contrée glaciale éprouve des secousses de tremblement de terre.

Le milieu de l'océan Atlantique recèle un autre foyer volcanique. Les Açores et les Canaries en ont éprouvé les effets. Le pic de Ténériffe, qui a 1900 toises d'élévation, est le volcan le plus élevé de l'Ancien-Monde. Il est très-probable que Gênes a, dans son voisinage, un volcan sous-marin.

Les Antilles renferment probablement un système entier de volcans; on en connaît à la Jamaïque, à la Guadeloupe et à la Grenade.

On peut encore citer quelques volcans épars, ou qui appartiennent à des groupes peu connus. Tels sont le mont Elburtz en Perse, les volcans éteints de la Daourie, reconnus par *Patrin*, et visités récemment par M. de Humboldt; ceux que ce savant a signalés dans l'Asie centrale; peut-être quelques volcans au nord de la Chine; enfin celui qui s'est formé dans l'île de Fuégo, près le Cap-Vert, et ceux que les auteurs portugais indiquent dans la Guinée, le Congo et le Monomotapa (1).

(1) M. *Arago* a publié en 1824 dans l'Annuaire du bureau des longitudes, une liste des volcans brûlans qui s'élève à 163; mais d'après des recherches minutieuses que nous venons de faire sur ce sujet, nous trouvons qu'il existe sur la terre 518 volcans actifs ou solfatares. L'Europe, dans laquelle nous ne comprenons pas l'Islande, en renferme 14, l'Asie 190; l'Afrique 31; l'Amérique 202, et l'Océanie 171. Ces volcans, sont disposés, ainsi que l'a fait remarquer M. de Buch, tantôt en *lignes*, comme sur le continent américain et dans les Antilles, ou dans les îles de la Sonde, les Moluques et les Philippines, le Japon, les Kouriles et la presqu'île de Kamtchatka; ou bien en *groupes*, ayant un point *central*

Il résulte, de cet aperçu général, que le plus grand nombre de volcans est dans le voisinage de la mer et dans les îles. Cependant quelques uns de ceux de la chaîne des Andes sont à plus de trente lieues de l'Océan; ceux du centre de l'Asie sont à plus de 500 lieues de toute mer, et dans les autres contrées ceux qui sont les plus rapprochés de la mer ne paraissent pas avoir de communication avec celle-ci. Un autre fait général, c'est que les cratères des volcans s'ouvrent dans toutes sortes de terrains granitiques, schisteux, argileux, primitifs ou secondaires; mais rien ne nous éclaire sur une autre question bien plus intéressante, savoir, dans quel terrain est le foyer de ces terribles feux. La solution de cette question tient à celle de l'origine du feu volcanique, laquelle a été discutée depuis bien des années, sans qu'on ait pu s'accorder.

Rouelle, *Desmarets* et d'autres savans, attribuent l'origine du feu volcanique exclusivement à l'inflammation des bitumes, des charbons de terre, des bois fossiles, de la tourbe.

Une explication qui fut d'abord généralement adoptée, a été proposée par *Lemery*. Ce savant académicien attribua

comme les îles Lipari, l'Islande, les Açores, les Canaries, les Sandwich, les îles des Amis et celles de la Société.

Les dimensions des cratères ne sont pas toujours en rapport avec la hauteur des volcans; on en jugera par le tableau suivant :

Volcans.	Hauteur en mètres.		Diamètre du cratère.
Popocatepetl (Mexique)	5295	.....	380
Pichincha (Colombie)	4700	.....	1200
Pic de Teyde (Ténériffe)	4000	.....	90
Salaze (île Bourbon)	3700	.....	215
Etna	3450?	.....	135
Pic des Açores	2470	.....	53
Mouna-Huararaï (Owaïhi, îles Sandwich)	2000	.....	600
Vésuve	1500	.....	500
Saint-George (Açores)	1160	....	50
Stromboli	850	.....	15
Vulcano	800	.....	770

J. H.

les phénomènes volcaniques à l'inflammation spontanée des pyrites. Par une expérience fameuse, il a rendu cette hypothèse très-probable. Il fit un mélange de cinquante livres de limaille de fer et de soufre; il l'humecta, et l'enfouit sous terre à une certaine profondeur; le mélange s'échauffa, et finit par s'enflammer avec explosion et commotion (1).

Depuis ce savant, la plupart des naturalistes ont combiné les deux opinions, en regardant les pyrites comme le siége et la cause du feu volcanique; tandis que les vastes schistes bitumineux et charbonneux qui se trouvent souvent stratifiés dans les mêmes terrains, servent d'aliment au feu souterrain, qui s'éteint lorsqu'il ne trouve plus de quoi se nourrir.

Il reste toujours des difficultés. Les fragmens de granite que les volcans rejettent, et qui semblent indiquer la place de leur foyer sous la formation granitique même; cette longue durée de l'activité de certains volcans; l'impossibilité que les terrains voisins puissent fournir à des éjections si copieuses, sans s'excaver et s'écrouler; la force inconcevable avec laquelle ces matières pesantes sont lancées vers les cieux à des hauteurs énormes; à côté de cette force étonnante et de cette explosion subite, la nature particulière de la fusion volcanique, qui rarement va jusqu'à produire la vitrification qui semble plus souvent cuire que brûler : voilà des circonstances qui font croire à beaucoup de naturalistes exercés dans ce genre d'observations, que les foyers des volcans se trouvent à une très-grande profondeur, et que leur activité est due à des causes plus générales, telles que l'électricité ou les gaz élastiques enfermés dans le sein du globe (2). *Deluc* pense que le foyer

(1) Mém. de l'Acad., 1700. Cette expérience a été répétée en Hollande. *Journal de physique*, 1794, cinquième cahier.

(2) *Dolomieu*, Journal de phys., an VI, p. 408. *Faujas Saint-Fond*, sur les volcans du Vivarais. *Id.*, Minéralogie des volcans. *Id.*, Essai de géologie, II, 402.

des volcans est dans un certain résidu de fluide primitif, dans lequel, selon lui, la terre se forma, et que le feu volcanique est d'une nature chimique, bien différente de celle de tous les feux connus (1).

Un phénomène terrible, intimement lié avec les éruptions volcaniques, demande notre attention. Je veux parler des tremblemens de terre, de ces mouvemens convulsifs, où la surface de la terre s'ébranle, soit en suivant une direction *horizontale*, par des ondulations semblables à celles

(1) *Deluc*, Lettres à Blumenbach, etc. Si Davy, M. d'Aubuisson de Voisins, M. Gay-Lussac, ainsi que M. Brongniart, qui applique à l'origine des volcans et l'eau marine vaporisée, et différens gaz, et l'action de différens métaux oxigénables, ont recours à divers phénomènes chimiques pour expliquer ceux qui se développent dans les volcans, on doit se demander s'il est bien démontré que l'air puisse circuler librement dans les cavités souterraines, condition nécessaire à la combustion des métaux oxigénables. Il faut, en outre, que l'eau de la mer, reconnue par ce savant comme un agent nécessaire, puisse s'infiltrer jusqu'à une assez grande profondeur, et expliquer pourquoi des volcans qui brûlaient autrefois, sont sans activité aujourd'hui, quoiqu'ils soient situés près de la mer; il faudrait encore chercher un autre agent que l'eau pour les volcans de l'Asie centrale. D'ailleurs, les mêmes causes chimiques pourraient-elles produire des effets aussi différens que ceux du Vésuve, qui vomit des torrens de lave et qui exhale de l'acide hydrochlorique, et les volcans américains qui, au lieu de lave, rejettent des torrens de boue sans exhalaisons de gaz hydrochlorique? L'explication dont il s'agit offre donc de grandes difficultés, si l'on veut lui donner une application générale.

Kircher, Houel, Paw, Mairan, Bailly, Dolomieu, Ordinaire, MM. Cordier, Élie de Beaumont, et d'Omalius d'Halloy, en s'accordant à considérer les volcans comme des soupiraux par lesquels le feu central se fait jour, nous semblent, surtout pour les derniers, s'appuyer sur des faits qui attestent l'existence d'un vaste foyer d'incandescence au-dessous de la croûte terrestre. Quelques unes des idées et des expériences sur lesquelles s'appuient les chimistes sont admissibles avec la théorie du feu central; les phénomènes sur lesquels la chimie ne peut nous éclairer sont même faciles à expliquer par cette théorie. Enfin celle-ci, liant les grands phénomènes volcaniques aux faits géologiques les plus importans, tels que les soulèvemens des chaînes de montagnes, semble être appelée à contribuer tôt ou tard à l'avancement de l'histoire de notre planète.

Voyez notre article *Volcans*, dans l'Encyclop. méthodique. J. H.

de la mer, soit *verticalement*, lorsqu'une partie du terrain est soulevée, l'autre engloutie; soit enfin *circulairement*, lorsque les masses pesantes de rochers et de terre se tournent comme sur un pivot. Telles sont les trois espèces de mouvement, distinguées par les Italiens, qui s'y connaissent (1).

Les tremblemens de terre produisent les effets les plus désastreux; ils changent souvent la surface d'un pays, de manière qu'il est difficile de le reconnaître. D'énormes crevasses semblent découvrir aux yeux des vivans l'empire des ombres; ces fentes exhalent des flammes bleuâtres et des vapeurs mortelles; avec le temps elles donnent naissance à des vallées nouvelles. En d'autres endroits, les montagnes sont englouties ou renversées; souvent détachées l'une de l'autre, elles glissent sur des terrains plus bas, et comme leur force d'impulsion redouble par chaque mouvement, ces rochers ambulans franchissent des vallons et des collines. Ici le vignoble entraîné descend de sa hauteur, et vient se placer au milieu des champs de blé; là, des fermes avec leurs jardins, détachées en masse, viennent se joindre à des villages éloignés. Autre part, de nouveaux lacs sont creusés au milieu des terres; là, des rochers jusqu'alors invisibles, élancent soudain leurs humides sommets du sein de la mer écumante. Des sources tarissent; des rivières disparaissent et se perdent sous terre; d'autres, arrêtées par les débris des rochers, se répandent et forment de vastes marais. Des sources nouvelles jaillissent des flancs déchirés de la montagne; les fleuves naissans, dans leur jeunesse impétueuse, s'efforcent de se creuser un lit à travers les ruines des villes, des palais et des temples. L'humble cabane, ou la tente légère, devient l'asile des malheureux qui ont échappé à cette terrible catastrophe;

(1) *Bertrand*, sur les Tremblemens de terre. *Dolomieu*, Mémoires sur le tremblement de la Calabre. *Hamilton*, etc., etc.; *Bartels*, Lettres sur la Calabre.

mais tous ceux qui auraient pu survivre ne l'ont pas voulu. On voit un ami trop fidèle tenir embrassé le corps de son ami, et, dans cette posture, attendre tranquillement la chute d'une muraille qui termine ses jours. On voit plus d'une jeune amante se précipiter dans le gouffre qui vient d'engloutir l'objet de sa tendresse. A Messine, une mère, trop sensible, était déjà sauvée du danger; pâle, et à demi morte, elle était dans les bras de son époux qui avec beaucoup de peine l'avait rappelée à la vie. Elle jette autour d'elle un regard presque éteint; elle cherche le plus jeune de ses enfans: hélas! elle l'aperçoit sur le balcon du palais, qui déjà s'écroule. Elle veut s'élancer, son époux la retient; mais l'amour maternel est le plus fort; rien ne peut arrêter cette mère désolée: elle monte l'escalier, déjà à moitié détruit; elle traverse la fumée et la flamme; les pierres détachées qui tombent autour d'elle, semblent la respecter. Elle atteint le cher objet de toutes ses affections; elle le prend dans ses bras: au même instant, toutes les colonnades s'ébranlent, la terre s'entr'ouvre, le palais disparaît, et *Spastara* n'est plus!

Ce qui rend les tremblemens de terre encore plus terribles, c'est qu'on n'a point de signes sûrs qui en indiquent, soit l'approche, soit la fin. Ils ont lieu dans toutes les saisons, et sous toutes les constitutions atmosphériques. Un bruit souterrain les annonce à la vérité; mais à peine est-il entendu, que déjà la terre s'ébranle. Les animaux, surtout les chevaux, les chiens et les poulets, montrent par leur frayeur une sorte de pressentiment (1). Le baromètre tombe extraordinairement bas.

Les tremblemens de terre agissent avec une rapidité étonnante. Ce fut une seule secousse qui, le 5 février 1783, bouleversa la Calabre et anéantit Messine en moins de

(1) *Seneca*, Quæst. nat. VI, 1, 29.

deux minutes. Mais ces secousses se répètent souvent pendant des mois et des années entières, comme en 1755.

La *direction des tremblemens de terre* est un des faits les plus remarquables de la géographie physique. Tantôt on remarque un centre d'action, où les secousses ont le plus de violence, et ce centre change quelquefois de place, comme si la force souterraine faisait des bonds. Tantôt on distingue une certaine ligne selon laquelle cette force semble se mouvoir. La sphère d'une telle révolution semble souvent embrasser un quart du globe terrestre. Le tremblement de Lisbonne fut senti au Groënland, aux Indes occidentales, en Norvége et en Afrique. Celui de 1601 ébranla toute l'Europe et une partie de l'Asie. En 1803, on a ressenti des secousses presque simultanées à Alger, en Grèce, à Constantinople, à Boukharest, à Kiof et à Moscou.

Aucune partie du globe ne semble être exempte de ces terribles effets. Les Alpes ne contiennent aucune trace volcanique, et cependant elles sont souvent ébranlées par des tremblemens de terre (1). La mine d'argent de Kongsberg, en Norvége, fut mise à découvert par une secousse en 1623. La zone glaciale même y est sujette; le Groënland ressent de fréquentes secousses, et en 1758 la Laponie éprouva une violente commotion; la Sibérie en ressent fréquemment.

Souvent, mais non pas toujours, la mer prend part aux convulsions de la terre (2). En 1755, les eaux du Tage

(1) Collect. Acad., t. VI. *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1057.

(2) Ces convulsions sont souvent dues uniquement à l'action des volcans sous-marins. Ceux-ci paraissent occuper certaines régions. Ainsi en 1780, dans les parages de la côte sud-ouest de l'Islande, des flammes sortirent pendant plusieurs mois du sein de l'Océan; puis on vit s'élever une île qui lança des flammes et des pierres ponces, et qui bientôt après disparut. Près des côtes du Kamtchatka plusieurs phénomènes semblables se sont développés. Entre l'Amérique et l'Asie, dans le voisinage de l'île d'Oumnak,

s'élevèrent subitement à 30 pieds au-dessus de leur niveau ordinaire, et refluèrent dans le même instant avec une telle force, que l'on vit le milieu du fleuve à sec. Quatre minutes après, même phénomène; il se répéta jusqu'à trois fois. Des mouvemens semblables eurent lieu le même jour à Madère, à la Guadeloupe et à la Martinique. Dans le tremblement qui anéantit Lima, en 1746, l'Océan eut un mouvement de même nature, mais proportionné à la masse d'eau qui fut ébranlée; il s'élança sur la terre pendant un espace de plusieurs lieues; tous les grands vaisseaux qui étaient dans le port de Callao furent engloutis; tous les petits bâtimens furent lancés au-delà de la ville. Les navigateurs assurent que les vaisseaux éprouvent souvent des ébranlemens terribles par un mouvement subit et convulsif dans la mer, fort semblable aux commotions qui secouent les continens. Ces tremblemens de mer ont peut-être lieu sans qu'il existe en même temps aucun

l'une des Aléoutiennes, le 8 mai 1796, on vit sortir du sein des flots une colonne de fumée, et à la suite d'une terrible secousse, s'élever une nouvelle île qui vomit des pierres et des flammes. En 1804, sa surface était tellement chaude, qu'il était impossible d'y marcher. Elle avait alors 2 milles et demi de circonférence, et 350 pieds d'élévation. Elle renfermait quatre cônes, dont le plus grand paraissait être haut de plusieurs milliers de pieds. Lorsque le capitaine Langsdorf la vit en 1806, elle continuait à croître en circonférence, et le pic en hauteur.

Plusieurs faits attestent l'existence d'un volcan sous-marin près de l'île Saint-Michel, dans les Açores. Le 11 juin 1638, pendant un violent tremblement de terre, on vit s'élever près de cette île une île volcanique de deux lieues environ de longueur, et de plus de 360 pieds de hauteur qui, malgré son étendue, ne tarda pas à disparaître. Le 31 décembre 1719, une nouvelle commotion volcanique fit surgir une nouvelle île volcanique entre Saint-Michel et Terceire. Sa hauteur permettait de l'apercevoir de 7 à 8 lieues en mer. Elle jetait beaucoup de fumée, de cendres et de pierres ponces; un torrent de lave coulait de ses flancs escarpés. En 1722 elle s'était abaissée jusqu'au niveau de la mer; le 17 novembre 1723 elle avait disparu complètement. Le 31 janvier 1811, à la suite d'une secousse très-violente, une nouvelle ouverture volcanique s'annonça vers le rivage oriental de Saint-Michel : de la fumée, des cendres, du sable, de la

tremblement de terre; d'autres fois ils sont l'effet des secousses sous-marines, dans le fond même de l'Océan.

Les causes de ces catastrophes ne sont pas bien connues. Les secousses peuvent être produites par l'électricité terrestre et atmosphérique qui cherche à se remettre en équilibre; ces phénomènes, dont on ne peut guère contester la réalité, dépendent de la constitution temporaire des saisons. L'opinion la plus généralement reçue, attribue les tremblemens de terre à des *vapeurs élastiques* renfermées dans les cavités souterraines, soit qu'elles proviennent des pluies abondantes ramassées dans les cratères des volcans, soit qu'elles se dégagent des matières enflammées avec lesquelles des fleuves souterrains ou les eaux de la mer se seraient mises en contact; soit enfin qu'elles se développent par la fermentation de ce fluide souterrain, que *Deluc* suppose être le résidu des eaux-mères du globe. Ces vapeurs

terre et de l'eau, furent projetés hors de la mer; la fumée s'élevait par grandes masses à quelques centaines de pieds, et des pierres étaient lancées jusqu'à 2000 pieds. Cette éruption, après avoir duré huit jours, cessa complètement. Mais à l'endroit où elle s'était développée, et où auparavant on ne trouvait le fond qu'à 60 ou 80 brasses, s'élevait un banc sur lequel les flots venaient se briser. Le 15 juin de la même année, une seconde éruption se manifesta avec non moins de force que la première, mais beaucoup plus près du rivage; elle produisit une île de 300 pieds de hauteur et d'un mille de circonférence, terminée par un cratère qui vomissait de l'eau chaude. Vers la fin de février 1822, on ne reconnaissait plus la place qu'avait occupée cette île, que par la vapeur que l'on voyait de temps en temps sortir de l'Océan.

Au mois de juillet 1831, on signala l'éruption d'un volcan qui s'était élevé au sein de la Méditerranée, entre la Sicile, l'île de Pantellaria, et le banc de Skerki, dans le voisinage de celui de Nerita. Les Anglais lui donnèrent le nom d'île *Graham*, les Français celui de *Julia*, et les Siciliens celui de *Fernanda*; mais ces différens noms imposés par les navigateurs de trois nations différentes n'offrent plus d'intérêt : l'île, qui avait 700 mètres de circonférence, et 70 de hauteur le 29 septembre 1831, était sur le point de disparaître au commencement de 1832. A la place qu'occupait son cratère, on voyait seulement, à cette dernière époque, s'élever à la hauteur de 20 pieds une colonne d'eau bouillante de 37 pieds de diamètre, et répandant une forte odeur de bitume. J. H.

se dilatent par la chaleur, et en cherchant une issue, elles soulèvent ou ébranlent le terrain (1).

Si cette dernière hypothèse est vraie, comme tout nous le fait croire, les Japonais n'auraient pas eu tort de dire que c'est un grand dragon sous-marin qui souleva la terre par son haleine. Une semblable tradition existe dans la mythologie des Scandinaves. C'est probablement dans ce sens-là qu'Homère a donné à Neptune l'épithète d'*Ennosigaios*, c'est-à-dire qui secoue la terre.

Nous n'avons pas cherché à diminuer l'effroi qu'inspirent les tremblemens de terre; mais nous devons pourtant contredire les écrivains systématiques qui en ont exagéré les effets, dans l'intention d'y faire voir la seule cause des révolutions arrivées à la surface du globe. Il n'existe aucun exemple historiquement prouvé d'une terre ou île considérable qui se soit formée par une éruption volcanique, ou par un tremblement de terre. Le soulèvement le plus considérable que l'on connaisse, est celui du terrain volcanique de *Jorullo*, dans le Mexique; il eut lieu en 1759: on vit sur l'étendue d'une demi-lieue carrée, des flammes sortir de la plaine; des fragmens de rochers incandescens furent lancés à des hauteurs prodigieuses; et à travers une nuée épaisse de cendres, sillonnée par les feux volcaniques, on crut voir se gonfler la croûte ramollie de la terre. Du milieu du terrain soulevé, qui a jusqu'à 160 mètres d'élévation, sortent quelques milliers de petits cônes volcaniques, lançant de la fumée, et faisant entendre un bruit souterrain. Parmi ces petits volcans s'élèvent six grands volcans, qui ont de 400 à 500 mètres au-dessus de l'ancien niveau de la plaine. Strabon parle d'un terrain soulevé près de Méthone, en

(1) *Deluc*, Lettres à Blumenbach, pag. 164-184, édition française. Il nous semble inutile de chercher aux tremblemens de terre une autre cause que celle qui produit les volcans. On sait qu'il arrive fréquemment que les commotions terrestres cessent par l'éruption d'une montagne ignivome. J. H.

Grèce, à la hauteur de 7 stades, qui, en prenant le stade à 1111 au degré, forment encore plus de 700 mètres. On cite un volcan dans l'île de Timor, qui avait une élévation considérable, et qui, en s'écroulant tout entier, n'a laissé à sa place qu'un marais fangeux (1). Il résulte de ces exemples, et d'autres semblables, que les terrains soulevés ou engloutis par les forces volcaniques, se bornent à ces masses de rochers incandescens ou scorifiés dont se forment les cheminées des volcans, et qui, rejetées par la bouche, retombent à l'instant même autour de l'orifice (2). Les phénomènes de Jorullo se plient même à cette théorie. C'étaient des milliers de petites cheminées volcaniques, qui, en se formant au même instant, présentaient l'aspect d'un soulèvement (3).

Tout ce qu'on a dit des îles créées ou englouties par les

(1) *Humboldt*, Essai sur le Mexique, 249-258. *Beroldingen*, Volcans anciens et modernes, I.

(2) *Deluc*, Traité élémentaire de géologie, §§ 210-214.

(3) Un événement plus récent mérite d'être rapporté; il donnera la mesure des soulèvemens que peuvent produire les tremblemens de terre. Le géologiste anglais M. Lyell le décrit d'après le rapport de témoins dignes de confiance : nous allons traduire littéralement ce qu'il en dit.

« Le 19 novembre 1822, la côte du Chili éprouva un tremblement de terre très-destructif. Le choc fut ressenti simultanément sur un espace de 1200 milles du nord au sud. Santiago, Valparaiso et quelques autres villes furent très-endommagées. Lorsqu'on examina le terrain des alentours, dans la matinée qui suivit le choc, on trouva que toute la ligne de côtes, pendant une longueur de plus de 100 milles, avait été élevée au-dessus de son premier niveau. A Valparaiso, l'élévation était de 3 pieds, et à Quintero de 4 pieds. Une partie du lit de la mer resta nue et à sec à marée haute, avec des bancs d'huîtres, de moules et d'autres coquillages adhérens aux rochers sur lesquels ils croissaient, tous les poissons étant morts, et exhalant les effluves les plus désagréables. Une vieille carcasse de navire naufragé que l'on ne pouvait approcher avant, devint accessible par terre, sans que sa distance de l'ancien rivage fût aucunement diminuée. On observa que le cours d'eau d'un moulin, à environ un mille de la mer, acquit une pente de 14 pouces dans moins de 100 verges (mètres) de longueur, et l'on doit déduire de ce fait que l'élévation, dans quelques parties de l'intérieur du pays, fut plus consi-

volcans, se réduit donc au simple fait de l'existence des volcans sous-marins, qui tantôt forment, tantôt détruisent les bords de leur cratère. Nous développerons autre part cette observation générale, en traçant l'histoire de l'île de Santorin, l'exemple le mieux connu qu'il y ait de ces sortes de révolutions. Il est aisé d'en conclure que les îlots réellement créés ou détruits par des volcans, ne peuvent être que d'une très-petite dimension, et que les prétendues catastrophes de l'Atlantide et de la Frislande ne sauraient être attribuées à des éruptions volcaniques par des hommes accoutumés à examiner avant de croire.

A côté des révolutions volcaniques, il faut placer les *éruptions boueuses*, phénomène qui, de temps en temps, a lieu dans les volcans, mais qui se présente encore isolé et dépendant des causes particulières. Le *Maccaluba* en

dérable que vers la côte. Une partie de celle-ci, ainsi élevée, consistait en granite, dans lequel on voyait des fissures parallèles dont on pouvait suivre quelques unes jusqu'à un demi-mille dans les terres. De petits cônes, d'environ 4 pieds de haut, furent formés dans plusieurs cantons par la sortie d'eau mêlée de sable à travers de creux en entonnoirs, phénomène très-commun en Calabre. Les maisons du Chili, qui étaient construites sur le roc, souffrirent moins que celles qui étaient bâties sur des terrains d'alluvion. L'aire sur laquelle s'étendit cette altération permanente de niveau fut estimée être de 100,000 milles carrés. On suppose que tout le pays, depuis le pied des Andes jusqu'à une grande distance sous la mer, acquit une plus grande élévation, jusqu'à environ 2 milles du rivage. L'élévation sur la côte était de 2 à 4 pieds; à la distance d'un mille dans les terres, elle doit avoir été de 5, 6 ou 7 pieds.

» Les sondes dans le havre de Valparaiso changèrent, et le fond de la mer s'éleva. Les chocs continuèrent jusqu'à la fin de septembre 1823; même alors, 48 heures se passaient rarement sans qu'on en ressentît une, et quelquefois deux ou trois avaient lieu dans les 24 heures. MM. Graham observèrent, après le tremblement de 1822, que, outre la grève élevée nouvellement au-dessus du niveau de la haute marée, il y avait plusieurs lignes de rivages élevées les unes au-dessus des autres, consistant en cailloux mêlés de coquilles, et s'étendant dans une direction parallèle au rivage, à la hauteur de 50 pieds au-dessus du niveau de la mer. » (*Principles of geology*, *etc*. Lond. 1831.) J. H.

Sicile est le plus fameux parmi les *monts terrivomes*, s'il nous est permis de créer ce terme nouveau ; dans l'état ordinaire, on voit une fange semi-fluide, bouillonner dans les entonnoirs qui terminent chaque monticule élevé sur cette montagne, ou plutôt sur cette colline argileuse. La fange s'élevant en demi-globes, retombe après avoir laissé échapper une bulle d'air ; mais il y a des époques où, après une grande pluie, tous ces petits cratères disparaissent; la masse entière de la montagne fermente; on entend des tonnerres souterrains; une gerbe de boue et de pierres s'élance à 200 pieds de haut. Près de Sassuolo, dans les environs de Modène, plusieurs fondrières, appelées les *Salses*, présentent en petit des phénomènes semblables; elles se trouvent dans des tertres formés de terres salines et alcalines; on en a vu sortir de la fumée et des flammes (1).

La Crimée et l'île de Taman, qui en est voisine, renferment plusieurs collines d'où il sort des éruptions boueuses ; sur une langue de terre vis-à-vis de cette ville, il y a une autre colline nommée en tatare *Kouk-Obo*, qui, en 1794, éprouva une explosion terrible : une colonne d'un feu rouge pâle s'élança à près de 300 pieds de hauteur; la boue, mêlée de bitume, fut lancée à un quart de lieue de distance (2). La masse entière qui avait été rejetée, fut estimée à 100,000 pieds cubes; c'était, selon Pallas, de l'argile bleuâtre (3). Les *collines croissantes* qu'on trouve au

(1) *Dolomieu*, Voyage aux îles Lipari, *in fine*. Comp. *Spallanzani*, Voyages, V, 222-227, traduction de Toscan.

(2) *Pallas*, Voyage dans la Russie méridionale.

(3) On n'est pas d'accord sur la question de savoir si les Salses doivent être considérées comme des phénomènes volcaniques. Ainsi que nous l'avons dit ailleurs, si l'on veut ranger parmi ces phénomènes tous ceux qui produisent à différens intervalles le rejet avec violence de diverses matières liquides ou gazeuses lancées d'une profondeur plus ou moins grande, les Salses pourront entrer dans cette catégorie. Mais en considérant que les volcans ont tous leur foyer à une profondeur considérable;

pied du Caucase, près Bakou et près de l'embouchure du Kour, l'ancien *Cyrus*, tiennent à la même classe, si, comme le pensent quelques observateurs, elles sont produites par des sources qui rejettent une boue argileuse saline; il s'est formé de cette manière des collines de 70 toises d'élévation (1).

Les volcans eux-mêmes rejettent, quoiqu'avec plus de violence, des matières en fusion aqueuse; ceux qui couronnent la chaîne des Andes aux environs de Quito, ne vomissent que peu de scories, mais une énorme quantité d'eau et d'argile, mêlée de carbone et de soufre (2). Ces

qu'ils annoncent leur existence par des dégagemens de fumée, de gaz enflammés et de matières liquides ou en incandescence; que dans les Salses, au contraire, tout indique un centre d'action situé à une petite profondeur; que bien qu'il s'y manifeste de la chaleur, jamais on n'en voit sortir des matières incandescentes ni liquéfiées; que leur action consiste en un dégagement de gaz qui s'enflamment quelquefois, et en un rejet de matières argileuses, mélangées avec de l'eau et accompagnées presque toujours de bitume, de pétrole, de naphte, et souvent de sel marin, on sera porté à reconnaître que les Salses et les volcans appartiennent à des phénomènes d'un ordre différent. J. H.

(1) *Lerch*, Voyages cités par *Géorgi*, Description de la Russie, I, 114. « Le 27 novembre 1827, dit M. de Humboldt, des craquemens et des ébranlemens terrestres très-violens furent suivis au village de Iokmali, dans la province de Bakou, à 3 lieues de la côte occidentale de la mer Caspienne, d'une éruption de flammes et de pierres. Un emplacement, long de 200 toises et large de 150, brûla pendant 27 heures sans interruption, et s'éleva au-dessus du niveau du terrain voisin. Après que les flammes se furent éteintes, on vit jaillir des colonnes d'eau qui coulent encore aujourd'hui comme des puits artésiens. »

L'étendue de l'action produite par les phénomènes qui se développent aux environs de Taman et de Bakou les rapproche beaucoup plus des volcans que des Salses. Une lettre adressée à ce sujet par M. Lenz de Pétersbourg à M. de Humboldt, confirme cette opinion. On y voit que bien qu'il ne s'y forme point de cratères, les éruptions donnent naissance à des cônes; que les fentes qui divisent le sol rejettent un limon argileux qui a beaucoup d'analogie avec les éruptions boueuses, et qu'il s'y développe une chaleur qui élève le thermomètre à plus de 28 degrés centigrades. Voyez *Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques*, par M. de Humboldt J. H.

(2) *Humboldt*, Tableau des régions équatoriales, 130.

exemples suffisent, ce nous semble, pour faire sentir que, loin d'être un phénomène isolé et de peu d'importance, les éruptions des matières terreuses en fusion aqueuse, sont encore aujourd'hui une des sources les plus remarquables des changemens arrivés à la surface du globe, et qu'elles ont probablement eu jadis une très-grande influence sur la configuration du sol.

Nous venons d'exposer les principaux phénomènes qui ont pu contribuer à modifier l'enveloppe extérieure de notre globe; l'occasion se présente naturellement de donner un aperçu des principaux faits qui appuient une théorie féconde en résultats : nous voulons parler de celle des soulèvemens (1). Fondée sur des observations géologiques irrécusables, elle ne devait point se trouver à la suite des différens systèmes qui, enfantés à diverses époques, ont été honorés du titre ambitieux de théories de la terre.

De tous temps des hommes supérieurs ont paru deviner ce que l'observation devait prouver plus tard. *Kircher* passa pour un rêveur lorsqu'il attribua la formation des montagnes à des soulèvemens produits par un feu central; *Playfair*, *Breislak* et quelques autres adoptèrent cette opinion qui expliquait d'une manière simple la présence de coquilles fossiles sur des sommets fort élevés. Mais il était réservé à M. *Elie de Beaumont* de l'appuyer sur des faits nouveaux, et d'en tirer des conséquences aussi neuves qu'intéressantes, qui déterminent l'âge relatif des montagnes. Tous les terrains de sédiment ont dû être formés par voie de précipitation au fond d'un liquide, et se déposer en couches horizontales. Lorsque ces couches sont inclinées, elles ne peuvent l'avoir été que par l'effet d'un

(1) Les faits rassemblés par notre savant ami M. Elie de Beaumont sont trop importans pour ne pas trouver place dans cet exposé des révolutions arrivées à la surface du globe. Nous les ferons suivre de quelques aperçus relatifs au feu central. J. H.

soulèvement. Si les couches se relèvent en s'appuyant vers l'une de leurs extrémités sur la pente d'une montagne, il est évident qu'elles sont antérieures à la formation de celle-ci; si, au contraire, leur horizontalité se continue jusqu'au pied de la montagne, c'est que celle-ci était déjà formée lorsque les couches se sont déposées. Telles sont les principales bases de la théorie que nous exposons; elles sont aussi simples que faciles à vérifier.

D'après ces principes, il est évident que l'horizontalité de couches de la formation houillère aux pieds des collines du Bocage, dans le département du Calvados, de celles de la formation oolitique aux pieds des montagnes du Morvan, en France, du Thuringerwald et du Bœhmerwald, en Allemagne; de celles de la formation argilo-arénacée, ou du grès vert, aux pieds du mont Pilat, en France, de l'Erzgebirge, en Allemagne, et des montagnes du pays de Galles et de l'Ecosse; de celles de la formation marine et fluviatile côtière, aux pieds des Pyrénées, des Apennins, des Alpes Juliennes, du mont Carmel, en Syrie, des Alleghanys, en Amérique, et des Ghattes, dans l'Inde; de celles de la formation marno-siliceuse lacustre aux pieds des montagnes de la Corse, de la Sardaigne, du Liban et de l'Oural; de celles de la formation détritique, aux pieds du Mont-Blanc, du Mont-Rose et des Alpes occidentales, des montagnes scandinaves et des Cordillères du Brésil; enfin de celles de la portion la plus récente des terrains diluviens, aux pieds des monts Elbours, en Perse, des monts Himalaya en Asie, et de l'Atlas, en Afrique, prouve que la naissance de ces montagnes se rapporte à huit époques bien distinctes de soulèvemens qui se sont succédé dans l'ordre que nous venons d'indiquer (1). Peut-être même que la Cordillère des Andes appartient à une date encore moins

(1) Voyez pour les montagnes de la France, le Livre LII de cet ouvrage, tom. III, pag. 227.

ancienne. Un fait très-remarquable c'est que les chaînes de même époque, au lieu de se trouver sur le prolongement d'une même ligne, sont parallèles à un des grands cercles de la sphère.

L'ensemble de tous ces faits, joints à ceux que la géologie pourra rassembler encore sur un grand nombre de points incertains, devra servir de fondement à une bonne classification géographique des montagnes, et sape déjà par leur base les classifications par systèmes et groupes fondées sur les ramifications qu'elles présentent.

Quelle est donc la cause de cette force qui a soulevé les plus hautes montagnes du globe, si ce n'est celle qui produit les commotions appelées tremblemens de terre, les montagnes ignivomes et les déjections volcaniques; si ce n'est enfin l'action même du feu central? Nous ne rappellerons pas les calculs par lesquels le savant Fourier a déterminé les lois du refroidissement de la terre primitivement en incandescence et l'influence du feu central; nous n'exposerons pas la longue série d'observations faites sur une foule de points de l'Europe et à diverses profondeurs, ni les intéressantes expériences faites par M. Cordier, mais nous rappellerons les principales conséquences que ce savant géologue en a su tirer (1) :

1° L'existence d'une chaleur interne, indépendante de l'influence des rayons solaires, conséquemment propre au globe terrestre, et croissant rapidement avec la profondeur;

2° La probabilité que l'augmentation de la chaleur souterraine ne suit pas partout la même loi, qu'elle peut être double et même triple d'un pays à un autre;

3° La certitude que ces différences ne sont en rapport constant ni avec les latitudes ni avec les longitudes;

(1) Consultez l'*Essai sur la température de l'intérieur de la terre*, lu à l'Académie des sciences par M. Cordier, au mois de juillet 1827, et inséré dans les *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*.

4° Enfin, un accroissement beaucoup plus rapide qu'on ne l'avait supposé, puisqu'il peut aller à 1 degré pour 15 et même 13 mètres en certaines contrées, et que provisoirement son terme moyen ne peut pas être fixé à moins de 25 mètres.

Les principales applications que M. Cordier fait de ces données à la théorie de la terre, sont très-nombreuses; nous ne rapporterons que les principales. Il admet que le globe a été fluide avant de prendre sa forme sphéroïdale, et que sa fluidité était due à la chaleur;

Que cette chaleur était excessive, puisque dans son état actuel, en la supposant de 1 degré pour 25 mètres de profondeur, elle serait de plus de 250,000 degrés du thermomètre centigrade, au centre du sphéroïde;

Qu'à une très-petite profondeur, eu égard au diamètre de la terre, sur certains points de la France, par exemple de 55 lieues, de 5,000 mètres à Carmeaux, de 30 à Littry et de 23 à Decize, elle serait capable de fondre toutes les laves et une grande partie des roches connues;

Que tout porte à croire que la masse intérieure du globe est encore dans sa fluidité originaire, et que c'est un astre refroidi seulement à sa surface, ainsi que Descartes et Leibnitz l'avaient pensé;

Que les phénomènes volcaniques s'accordent avec les expériences rapportées plus haut pour prouver qu'il ne faudrait pas même descendre à la profondeur qui vient d'être indiquée pour y trouver la température de 100 degrés du pyromètre de Wedgwood, qui suffit pour entretenir la fluidité;

Que la croûte terrestre s'étant consolidée par le refroidissement de la couche la plus superficielle, il s'ensuit que dans la série des roches primordiales, les plus profondes, au lieu d'être les plus anciennes, comme on l'a admis jusqu'à présent, sont, au contraire, les plus récentes;

Que, bien qu'on ne puisse nier que le refroidissement de la surface de la terre est tout-à-fait insensible, *parce que les pertes de chaleur y sont incessamment compensées par l'effet d'une propagation qui procède uniformément du dedans au dehors*, il est plus que probable que ce refroidissement continue, que la croûte du globe s'accroît encore, et conséquemment que la formation des terrains primordiaux n'a pas cessé et ne cessera que lorsque le refroidissement aura atteint sa limite;

Que d'après la marche du refroidissement, les roches qui forment l'enveloppe de la terre doivent être disposées dans l'ordre de leur fusibilité; en effet, les couches magnésiennes, calcaires et quarzeuses, sont les plus voisines de la surface;

Que l'épaisseur moyenne de l'écorce terrestre n'excède probablement pas 5 lieues de 5,000 mètres, et que, d'après les expériences faites, il est probable que cette épaisseur moyenne n'équivaudrait pas à la soixante-troisième partie du moyen rayon de la terre. Elle ne serait même que la quatre-centième partie de la longueur développée d'un méridien ;

Que l'épaisseur de cette écorce est probablement très-inégale.

Suivant M. Cordier, la chaleur propre que le sol de chaque lieu dégage est l'élément fondamental de son climat, et cette chaleur n'étant point égale partout, est une nouvelle cause à ajouter à celles qui font que des pays, situés à la même latitude, ont, toutes choses égales d'ailleurs, des climats différens.

L'une des conséquences de la fluidité du centre de la terre est l'élasticité de son écorce, ce qui porte à admettre que le phénomène des marées s'exerce sur la masse terrestre elle-même. Cet effet est aujourd'hui très-faible; mais dans l'état originaire du globe, les marées terrestres ne durent pas avoir moins de 4 à 5 mètres.

Si l'on admet que la matière incandescente, soumise au refroidissement séculaire actuel, se décompose de manière à fournir des parties gazeuses et des parties solides, on expliquera très-naturellement l'origine de la matière première des tremblemens de terre. « Une excessive température maintient cette matière première à l'état gazeux, » malgré l'influence de l'excessive pression qu'elle éprouve » aux grandes profondeurs dont il s'agit. Les capricieux » phénomènes des tremblemens de terre tiendraient d'ailleurs à l'extrême inégalité de la surface intérieure de » l'écorce de la terre. »

On peut même évaluer le degré d'incandescence qui produit les phénomènes volcaniques : si les laves sont rejetées d'une profondeur de 20 lieues, il faut qu'elles soient pressées par une force équivalente à celle d'environ 28,000 atmosphères.

Les faits relatifs à la température intérieure de la terre peuvent encore fournir une explication de la formation des sources minérales. On sait que les substances qu'elles contiennent sont analogues à celles qui s'exhalent des cratères, des laves et des solfatares; ce qui donne lieu de croire qu'elles proviennent d'un réservoir commun; hypothèse qui explique leur température à peu près invariable et qui s'accorde avec plusieurs faits géologiques pour prouver que, dans les temps antérieurs à l'époque géologique actuelle, elles étaient beaucoup plus nombreuses.

Dans son savant Mémoire, M. Cordier fait encore remarquer combien l'hypothèse de la fluidité centrale peut jeter de jour sur les questions les plus importantes de la géologie. « Il sera, dit-il, facile d'étendre ces inductions, » et, par exemple, d'expliquer d'une manière également » satisfaisante la formation des terrains *primordiaux* non » stratifiés, celle des terrains dits *intermédiaires*, celle des » filons, celle des couches gypseuses, sulfureuses, salines,

» calcaires et magnésiennes du sol *secondaire.* » On comprend combien est féconde cette hypothèse, tandis qu'on est frappé de la stérilité du système neptunien, dont l'application rigoureuse, déduite de la comparaison de la masse d'eau de tout notre globe avec celle des matières terreuses et métalliques, forcerait à admettre que 50,000 kilogrammes de ces dernières ont pu se dissoudre dans un kilogramme d'eau.

C'est ainsi que tous les élémens s'arment pour s'entre-détruire. Et que sont pourtant ces révolutions que nous voyons, en comparaison de celles qui ont dû concourir à la création du monde, et qui peut-être un jour en amèneront la fin? Ces astres, ces soleils sans nombre qui nous éclairent, ne peuvent-ils pas s'éteindre? Cette voûte du globe qui nous porte, ne peut-elle pas s'écrouler sous nos pieds? L'équilibre des mers ne peut-il pas être détruit, et les flots écumans ne rouleront-ils point un jour au-dessus de ces continens, remplis des monumens de notre industrie? La terre ne s'approchera-t-elle pas du soleil pour s'y engloutir comme une goutte dans l'Océan? Ne s'égarera-t-elle pas dans des régions où la lumière et la chaleur affaiblies ne répandent plus aucun germe de vie? Qu'il serait affreux d'exister au milieu de ces élémens perfides, au sein de ce périssable univers, sans la consolante idée d'une suprême intelligence qui enchaîne ou dirige à son gré les redoutables et aveugles forces de la nature! La croyance à un ordre de choses supérieur à la matière, à un monde moral, peut seule nous fortifier contre les terreurs qui, de toutes parts, assiégent la frêle et précaire existence de notre être physique.

LIVRE QUARANTE-UNIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Du Fluide ambiant du Globe ou de l'Atmosphère. — Des Météores.

Il faut quitter la terre et voir au-dessous de nos pieds ces montagnes et ces mers dont notre avide curiosité a contemplé les merveilles. Un vaste assemblage de divers fluides enveloppe notre globe et en forme, en quelque sorte, une partie intégrante; cet Océan céleste qu'on appelle atmosphère, c'est-à-dire sphère des vapeurs, va devenir le théâtre de nos recherches.

L'atmosphère est l'immense laboratoire de la nature, où cette chimiste éternelle rassemble les divers gaz enlevés au globe, les distille, les sature, les décompose et les volatilise, ou les condense et les précipite, selon des lois et des procédés que les chimistes mortels s'efforcent souvent en vain de deviner. Tous les êtres terrestres portent leur tribut à l'atmosphère, tous en reçoivent des principes nécessaires à la vie, à la végétation, probablement même à l'existence inorganique. Il n'y a peut-être aucun corps qui ne puisse être réduit à l'état aériforme par la chaleur, et qui ne puisse être amené à l'état solide par le froid. Ainsi, notre planète étant transportée dans la température dont jouit Mercure, une partie de nos mers et de nos terres se vaporiserait et se mêlerait à l'atmosphère, tandis que si notre globe s'égarait un jour dans les régions froides de Saturne ou d'Uranus, une grande partie de notre atmosphère se condenserait et passerait à l'état de congélation. On peut donc définir ainsi notre atmosphère : « L'assemblage de toutes » les substances capables de conserver l'état aériforme au

» degré de température qui règne autour du globe terrestre. »

Les fluides atmosphériques peuvent être divisés en trois classes : la première comprend l'*air*, le fluide atmosphérique proprement dit ; la seconde renferme les *vapeurs* aqueuses et autres suspendues dans l'atmosphère ; la troisième enfin se compose de divers *fluides aériformes*, ou supposés tels, qui se montrent dans l'atmosphère, soit visiblement, soit par leurs effets. Nous tâcherons de ne considérer chacun de ces objets que sous les rapports qui intéressent directement la géographie physique, en renvoyant les lecteurs, jaloux d'une instruction plus détaillée, à plusieurs excellens traités de physique qui nous ont servi de guide.

L'*air*, qui forme la plus grande partie de l'atmosphère, n'est pas un élément simple. La chimie moderne a prouvé, en analysant et recomposant l'air commun, qu'il y entre ordinairement deux substances dans des proportions bien différentes, savoir : 0, 21 de *gaz oxigène*, qu'on nommait dans l'ancienne physique *air pur*, et 0, 79 de *gaz azote*, autrement nommé *air impur*. Quelquefois il s'y trouve seulement 77 centièmes de gaz azote, et 2 de gaz *acide carbonique* ou d'*air fixe*. Mais l'acide carbonique étant très-soluble dans l'eau, est promptement saisi et entraîné par les pluies ; ainsi, son séjour dans l'atmosphère ne peut être que momentané ; d'ailleurs sa pesanteur le borne aux régions inférieures. Au contraire, l'*air inflammable*, aujourd'hui nommé *gaz hydrogène*, par sa grande légèreté, gagne les régions supérieures de l'atmosphère. Ce gaz paraît même s'élever plus haut que les régions auxquelles sont parvenus les *ballons aérostatiques*, machines qui lui doivent leur force ascendante. Du moins M. Gay-Lussac, à 3400 toises, a pris un flacon d'air qui n'était pas plus chargé d'hydrogène que l'air dans lequel nous vivons.

Le *gaz oxigène* est seul propre à la respiration animale.

Mais s'il était en trop grande quantité, il exciterait trop les esprits vitaux, il userait trop nos forces, et nous ferait, pour ainsi dire, vivre trop vite. De l'autre côté, le *gaz azote* n'est pas propre à entretenir la vie animale; c'est ce que son nom grec indique. C'est donc le mélange de ces deux gaz qui donne à l'atmosphère une constitution favorable à l'existence des animaux.

L'oxigène, sans lequel il n'y a point de combustion, sert à la respiration des animaux à sang rouge; l'azote paraît être absorbé par les animaux à sang blanc; les végétaux s'emparent de l'acide carbonique. Ces derniers versent dans l'atmosphère des torrens d'oxigène, mais seulement lorsqu'ils sont exposés aux rayons du soleil. Voilà pourquoi nous respirons un air si salubre dans une belle campagne légèrement ombragée de bois; tandis que dans l'intérieur des grandes forêts, l'on trouve souvent l'air épais et malsain (1). Mais nulle part on ne jouit d'un air plus propre à entretenir les forces vitales dans un juste équilibre, que sur la mer, où le mouvement continuel conserve, dans de justes rapports, l'oxigène et l'azote.

L'air est un fluide extrêmement délié et subtil, de sorte qu'il ne se rend sensible au toucher qu'à l'aide d'un mouvement, comme, par exemple, dans le vent. Il est également insipide et inodore, dans son état de pureté. L'air est, selon les rigides Newtoniens, *transparent* ou plutôt *invisible;* et la couleur bleue de l'atmosphère viendrait de la plus grande réfrangibilité de rayons de lumière bleue (2). D'autres savans croient que la couleur bleue est inhérente à l'air, c'est-à-dire, que les molécules de l'air ont la qualité de produire la couleur bleue en se combinant avec la lumière (3).

(1) *Ingenhousz*, Expériences sur les plantes.—(2) *Newton*, Optice lucis. Traités de *Haüy*, de *Libes*, etc. — (3) *Gœthe*, Essai sur la théorie des couleurs. Comp. *Bergmann*, Géographie physique, II, 24. *Fourcroy*, Système des connaissances chimiques, I, p. 118.

La pesanteur de l'air est encore un fait dont l'explication prête à des discussions, et que nous nous bornerons à exposer. Galilée a démontré la pesanteur de l'air, par la différence de poids entre deux vases remplis, l'un d'air comprimé, et l'autre d'air à l'état naturel. La pompe pneumatique, l'eau qui remonte dans un tuyau, et le mercure qui s'élève dans le baromètre, sont autant de preuves de cette vérité. La pression qu'exerce une colonne d'air, prise depuis l'extrémité de l'atmosphère jusqu'au niveau des mers, est égale au poids d'une colonne de mercure d'épaisseur égale, et de 28 pouces (76 centimètres) de hauteur. Prenez un tube de verre d'environ un mètre ou 3 pieds 11 lignes de long, de 4 à 5 millimètres (environ 2 lignes) de diamètre, scellé par un bout et ouvert par l'autre; remplissez-le de mercure, ayant appliqué le doigt sur l'orifice; renversez le tube, et placez le bout ouvert dans une cuvette renfermant du mercure; retirez le doigt, et vous verrez à l'instant le mercure descendre dans le tube, à la hauteur d'environ 28 pouces. De même l'eau, dans les pompes aspirantes, s'élève à une hauteur de 32 pieds (10,4 mètres); or, cette hauteur est à celle de 28 pouces dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure. Une même cause agit donc ici. Ce ne peut être que la pesanteur de l'air extérieur qui agit sur le mercure dans la cuvette.

On connaît le *baromètre*, instrument fondé sur l'expérience que nous venons de décrire. Cet instrument, qui indique la pression qu'exerce l'air atmosphérique, sert à mesurer les différens niveaux des lieux terrestres. L'abaissement ou l'élévation du mercure dans le baromètre, est en rapport avec la densité de l'air qui varie selon le poids dont il est chargé (1). On a démontré que quand les densités

(1) Lorsque le temps est à la pluie le mercure s'abaisse; dans le cas contraire il s'élève. Il semblerait cependant que l'abaissement et l'élévation du mercure devraient suivre une marche tout opposée, puisque, par

sont en progression géométrique, les hauteurs de niveau sont en progression arithmétique; donc on peut connaître l'une par l'autre. Les méthodes de calcul inventées par Deluc, Laplace et Ramond, ainsi que les règles pour corriger les erreurs causées par la température, ne peuvent être exposées que dans des traités spécialement consacrés à la haute physique (1). Mais la géographie physique doit rendre grâce aux sciences exactes du perfectionnement d'un instrument dont l'usage multiplié peut seul nous conduire promptement à des notions étendues sur la configuration des montagnes, des plaines et des vallées.

La pression que l'air exerce sur un corps humain de 15 pieds carrés de surface, est de plus de 33,000 livres; et la variation d'une seule ligne dans la hauteur du mercure, fait un changement de 140 livres dans la pression de l'air. Sur des montagnes très-hautes, la diminution de la pesanteur, jointe à d'autres circonstances, fait éprouver aux hommes des vertiges, des nausées, des hémorragies et un mal-être universel; il est probable qu'à une hauteur très-grande, la raréfaction extrême de l'air, l'absence du gaz azote et l'abondance du gaz hydrogène, entraîneraient une mort immédiate.

Le rapport entre le poids de l'air et de l'eau distillée, à la température de 0 du thermomètre de Réaumur, par une pression moyenne de 28 pouces de mercure, est, selon des expériences très-soignées, celui de 1 à 811. L'air exerce une pression égale en tous sens; sans cela il briserait les

un temps pluvieux, l'air paraît plus lourd que lorsque le ciel est serein. Mais l'explication de ce fait est très-simple si l'on considère que c'est à tort que l'on s'imagine généralement que l'air humide est plus lourd que l'air sec. L'air chargé de vapeurs, occupant un plus grand volume, est nécessairement, dans un espace donné, plus léger que celui qui n'en est pas chargé. J. H.

(1) *Laplace*, Mécanique céleste, IV, 293. *Ramond*, Mémoires de l'Institut, classe des sciences, VI, 435 *sqq*. *Haüy*, Physique, §§ 414-430.

corps fragiles. Cette qualité l'oblige à l'instant même, où, par une cause quelconque, l'équilibre entre ses parties est rompu, de tendre à le rétablir : c'est le principe de tous ses mouvemens. Il faut encore observer que le poids de l'air atmosphérique, à l'état ordinaire, provient peut-être, en grande partie, des corps étrangers qui y flottent. *Lambert*, d'après la différence qui se trouve entre la propagation réelle du son et celle que donne la théorie, a estimé que si l'on considérait un pied cubique d'air, comme composé de 684 parties, il y en aurait 222 de matière étrangère, c'est-à-dire à peu près un tiers (1).

L'*élasticité* de l'air est la qualité qu'il a, étant compressible, de résister à la force qui le comprime et de se rétablir sous son ancien volume ou même sous un volume plus grand, dès que la force comprimante cesse d'agir. On ne connaît pas positivement les termes de la compressibilité et de la dilatabilité de l'air ; on sait seulement qu'elles sont extrêmement grandes. *Boyle* prétendit avoir, sans le secours de la chaleur, dilaté l'air 13,766 fois (2). Personne n'ignore la manière dont on le comprime dans le fusil à vent ; en s'échappant, il lance une balle avec une grande rapidité.

Plus l'air jouit de son élasticité, plus il occupe d'espace ou se dilate. Newton a calculé qu'à 87 lieues de hauteur, l'air serait d'un milliard de milliards de fois plus raréfié qu'à la surface terrestre (3). Mais cette raréfaction doit avoir un terme. Le ressort de l'air sera d'autant plus affaibli, que la force avec laquelle chaque molécule tend à s'éloigner de celles qui sont au-dessous d'elle, sera devenue moindre que la force de la pesanteur qui les ramène vers la terre. La dilatabilité de l'air aura donc son terme au point où ces deux forces opposées seront égales.

(1) Mémoires de Berlin, 1768. — (2) *Wallis*, Hydrostat. prop., 13. — (3) *Newton*, Optice, quæst. 28.

Puisqu'on ne sait pas jusqu'où peut aller la raréfaction progressive de l'air, on ne peut pas non plus déterminer la hauteur précise de l'atmosphère. Diverses méthodes pour y parvenir sont toutes justes à un certain degré, mais insuffisantes pour amener une conclusion rigoureuse.

Si, avec *Deluc* (1), on regarde l'air comme de l'éther condensé par la gravitation, il s'ensuivrait que, si la terre était le seul grand corps de l'univers, son atmosphère serait sans bornes. Mais puisqu'il y a d'autres globes, l'air, à une certaine distance, doit commencer à graviter vers eux, cesser de se dilater, et de nouveau se condenser. Ceci ne nous apprend rien de positif. Les astronomes se sont servis des réfractions, lesquelles sont sensibles à 18 degrés au-dessous de l'horizon; mais elles varient avec la température. Néanmoins, en prenant un terme moyen, on en a conclu la hauteur de l'atmosphère, 38,000 toises, ou entre 15 à 20 lieues (2). Le baromètre serait un moyen sûr et facile pour résoudre la question, si l'air n'était pas compressible; mais l'étendue différente des couches du même poids et la présence des corps hétérogènes rendent le calcul long et incertain. *Deluc* a trouvé que la hauteur de l'atmosphère, prise jusqu'au point où le mercure dans le baromètre ne se soutiendrait qu'à une ligne, serait de 25,100 toises, ou environ 11 lieues; et celle où le mercure ne serait qu'à $\frac{1}{10}$ de ligne, serait de 35,505 toises, on environ 15 lieues et demie.

L'atmosphère terrestre se dilate ou se resserre, en raison de la chaleur ou du froid qui y règne. Sous l'équateur, la raréfaction causée par les rayons du soleil, concourt, avec la force centrifuge, à faire renfler l'atmosphère; de sorte qu'elle doit former autour de la terre un sphéroïde extrêmement aplati. *Laplace* croit que la différence entre les

(1) Modifications de l'atmosphère, tom. II, pag. 248.
(2) *Lalande*, Astronomie, tom. II, pag. 559.

deux axes ne peut être à son *maximum* que celle de 2 à 3. Il est même naturel de supposer une sorte de flux et reflux dans l'atmosphère, correspondant aux marées de l'Océan. Mais d'Alembert et Boscovich ont démontré que les forces attractives du soleil et de la lune ne remuent que faiblement un fluide subtil comme l'atmosphère (1).

L'immense quantité de particules dont les corps terrestres se déchargent par évaporation, s'élève dans l'air sous la forme de vapeurs. Cette transpiration du globe est extrêmement forte sous l'équateur, mais le froid des pôles même ne l'anéantit pas tout-à-fait. Il existe, selon quelques savans, une grande différence entre l'*évaporation tranquille*, par laquelle les seules parties de l'eau, transformées en un fluide élastique, s'élèvent dans l'air, et l'*évaporation tumultueuse*, dans laquelle les vapeurs élastiques, en se dégageant avec une extrême rapidité, entraînent avec elles un grand nombre de molécules aqueuses dans leur état naturel (2). L'évaporation tranquille qui a lieu dans les régions tempérées et froides, ne change pas autant l'état naturel de l'atmosphère, que l'évaporation tumultueuse, phénomène continuel dans la zone torride. Les parties aqueuses, répandues en grand nombre dans l'atmosphère des régions chaudes, lui enlèvent une portion de son calorique, par conséquent de son élasticité, ce qui le rend moins sensible à toute sorte de commotions, et explique la grande immobilité du baromètre dans cette zone. Il paraît certain que ni les pluies périodiques, ni les ouragans même, ne font sortir le baromètre de la tranquille uniformité qu'il montre dans le voisinage de l'équateur; tandis que, plus on approche du pôle, plus ses oscillations deviennent considé-

(1) *Mann*, Mémoire sur le flux et reflux de l'atmosphère, dans les *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, tom. IV.

(2) *Hube*, sur l'Évaporation, p. 49-52, 103 *sqq.*, 402 *sqq.* (en all.). *Lichtenberg*, Magasin de physique de Voigt, VIII, 178 *sqq.* (en all.).

rables. Cette variation de pesanteur dans l'atmosphère, dans les zones tempérées, semble ne pouvoir être attribuée qu'à des variations d'élasticité, produites par l'évaporation.

La nature diverse des substances terrestres produit encore des modifications dans l'évaporation. Les gaz azote et carbonique, dégagés abondamment de plusieurs roches, ne sauraient être indifférens dans le procès qui renouvelle sans cesse le fluide atmosphérique. Beaucoup de molécules terrestres, réduites à une grande ténuité, s'élèvent dans l'air, témoin les pluies salées, soufrées et autres. La quantité même de l'évaporation dépend de l'espèce des substances composant la surface du globe.

La terre mêlée avec de l'eau, fournit plus de vapeurs que l'eau pure (1); ce qui est sans doute dû à une espèce de fermentation qui dégage une plus grande portion de calorique. Par une cause semblable, l'eau, au moment de sa congélation, s'évapore plus fortement. Les plantes envoient à l'air une immense quantité de vapeurs; l'évaporation de l'*helianthus annuus*, par exemple, est dix-sept fois plus forte que celle d'un homme, à égalité de surfaces. Quelle ne doit pas être l'influence de ces épaisses forêts qui couvrent encore tant de vastes contrées!

La plupart des physiciens n'ayant point encore examiné avec attention les différentes modifications de l'évaporation, se bornent à dire qu'une partie de l'eau, élevée en vapeur, se mêle intimement à l'air atmosphérique qui la dissout; cette eau y est invisible; mais lorsque l'air est saturé d'eau, les particules aqueuses qui ne cessent de s'élever, ne se dissolvent plus, et y restent suspendues en vapeurs vésiculaires, dont la réunion forme les *nuages* et les *brouillards*, et donne, en général, naissance à tous les *météores aqueux*. Il arrive aussi qu'une partie de l'eau dissoute par l'air, en

(1) *Bazin*, Mémoires de l'Académie de Paris, 1741.

s'en dégageant de nouveau par une cause quelconque, prend la forme de vapeurs vésiculaires.

Les météores aqueux se présentent de deux manières : suspendus dans l'air, comme les brouillards et les nuages ; ou tombant à terre, comme la rosée, la pluie et la neige.

Le froid en condensant les vapeurs qui déjà se sont élevées en l'air, la chaleur en raréfiant l'air et sollicitant les vapeurs à se dégager de la terre et à s'élever ; enfin, un changement quelconque dans la constitution physique de l'atmosphère, produit ces réunions des vapeurs visibles que nous nommons *brouillards* quand ils s'étendent sur la surface de la terre, et *nuages* lorsqu'ils planent dans l'espace. En s'élevant dans les airs ou sur les montagnes, le voyageur franchit quelquefois une zone de nuages, et voit ces amas de vapeurs s'étendre au-dessous de lui, comme une plaine couverte de neige floconneuse (1) ; mais, même sur le Chimborazo, on voit toujours à une hauteur immense, certains nuages blanchâtres, semblables à des flocons de laine. Ces nuages, qui sont peut-être à une centaine de lieues du globe, doivent probablement leur élévation à l'électricité négative dont ils sont pourvus, et qui les repousse de la terre, tandis que l'électricité positive y fait descendre les brouillards (2). Deluc a vu un nuage très-élevé descendre avec rapidité vers la terre, répandre une forte pluie d'orage, et remonter à son premier niveau avec la même promptitude, ce qui était évidemment un effet de l'électricité (3).

Les *brouillards* sont de deux espèces, *secs* et *humides*. Ceux-ci sont très-rares dans la zone torride ; ils assiégent continuellement les régions polaires ; la raison de cette différence est aisée à trouver : la compression habituelle de

(1) *Reichardt*, Voyageur aérien, gazette de Berlin, juin 1810.
(2) *Hube*, sur l'Évaporation, chap. L, p. 291 *sqq*.
(3) *Deluc*, Modifications de l'atmosphère, II, 724.

l'atmosphère et sa densité étant beaucoup plus grandes vers le pôle, les vapeurs ne peuvent s'élever et s'éloigner de la terre. Les *brouillards secs* proviennent, selon quelques savans, des vapeurs souterraines; ils montrent une liaison sensible avec les éruptions volcaniques. Tel était du moins le cas du fameux brouillard qui, en 1783, enveloppa toute l'Europe au moment où le feu volcanique ébranlait l'Islande (1). En 1755, avant le désastre de Lisbonne, un semblable brouillard se montra dans le Tyrol et en Suisse; il parut composé de molécules terrestres, réduites à une extrême finesse (2).

Parmi les météores aqueux tombans à terre, la *rosée* a fait naître le plus de conjectures; elle paraît être d'une double nature; elle peut en partie être produite par la transpiration des plantes, mais la plus grande quantité se forme par la précipitation des vapeurs qui, pendant un jour chaud, se sont élevées à une hauteur peu considérable. L'influence de l'électricité sur ce phénomène est certaine, quoiqu'encore mal expliquée; car la rosée ne se montre abondante qu'après une journée où l'air a été très-électrique (3), et elle ne s'attache nulle part en plus grande quantité qu'à la surface des corps qui ne sont pas conducteurs d'électricité, tels que le verre et la porcelaine. Les métaux au contraire paraissent l'absorber. La rosée est nulle ou faible dans les régions polaires, dans les contrées arides et sur les mers des zones tempérées; plus abondante sous les climats chauds, elle y remplace souvent la pluie; mais en plusieurs pays elle est nuisible à l'accroissement des plantes et à la santé de l'homme; elle l'est surtout

(1) *Beroldingen*, Réflexions sur le grand brouillard. Brunswick, 1783 (en allemand).

(2) *Lambert*, Act. Helv., tom. III. *Bergmann*, Géogr. phys., § 123.

(3) *Du Fay*, Mémoire sur la rosée. Mémoires de l'Acad. des sciences, 1736, p. 352.

dans les pays marécageux, où les vapeurs qui s'élèvent pendant le jour sont d'une nature malfaisante.

La *gelée blanche* est une rosée qui s'est gelée, un moment après qu'elle est tombée. Fixée sur les arbres dépouillés de leur verdure, elle présente l'aspect d'une végétation cristalline.

La *pluie* tombe des nues lorsque les vapeurs vésiculaires qui en font partie, se réunissent en gouttes. Ces gouttes n'ont dans nos climats que quelques lignes de diamètre, mais dans la zone torride elles ont jusqu'à un pouce. Ainsi, la différence qu'on remarque entre la pluie d'orages et la pluie ordinaire, paraît n'être qu'accidentelle, et l'origine de l'une et de l'autre peut être attribuée à une diminution d'électricité dans les nuages. Les montagnes sont autant de pointes qui soutirent le fluide électrique; voilà pourquoi il pleut presque continuellement dans certains pays montagneux, comme sur la côte orientale de la Norvége et de l'Écosse. Dans les contrées où le tonnerre est inconnu, comme aux environs de Lima et sur toute la côte de Pérou, on ne connaît pas non plus la pluie (1).

Lorsque les vapeurs aqueuses se congèlent, soit en tombant, soit dans l'air, elles forment des *neiges*. La cristallisation ordinaire du sel ammoniac en petits cristaux plumeux (2), offre des phénomènes semblables à celui qui se présente dans la cristallisation de la neige. « Si » l'on remplit un vase de verre, profond et chaud, dit » *Monge*, d'une dissolution de sel ammoniac saturée à » chaud, et qu'on laisse ensuite lentement refroidir celle-» ci dans un air calme, la surface du liquide est la pre-» mière qui arrive à la supersaturation, tant à cause du » refroidissement direct qu'elle éprouve, qu'à cause de » la concentration que l'évaporation y provoque; c'est

(1) *Hube*, sur l'Évaporation, chap. 51-56, pag. 296-328.
(2) *Monge*, Annales de chimie, V, p. 1 *sqq*.

» donc à la surface que les premiers cristaux se forment. » Ces cristaux, d'une extrême petitesse, sont aussitôt submergés que formés, et parce que leur pesanteur spécifique est un peu plus grande que celle du liquide qui » les contient, ils descendent avec lenteur; en même » temps leur volume augmente par une addition de cristaux semblables qui se forment sur leur passage, en » sorte qu'ils arrivent au fond du vase en flocons blancs, » nombreux et volumineux. La progression rapide de la » cristallisation est due uniquement à l'affinité des molécules; le premier cristal qui descend au fond, donne » comme un signe de ralliement à toutes les molécules qui » avaient une tendance à se réunir. » On peut comparer à ces phénomènes la formation de la neige dont les premiers cristaux, nés au haut de l'atmosphère, déterminent, à mesure qu'ils descendent, par l'excès de leur pesanteur spécifique, la cristallisation des molécules aqueuses, que, sans leur présence, l'air environnant aurait retenues en dissolution. Il en résulte des étoiles à six rayons, lorsque le temps est calme, et que la température n'est pas assez élevée pour déformer les cristaux en fondant leurs angles; mais lorsque l'atmosphère est agitée, et que la neige tombe de trop haut, les cristaux se heurtent, se réunissent en groupes et forment des flocons irréguliers.

La *grêle* a été regardée long-temps comme de la neige ou de la pluie neigeuse qui a subi plusieurs congélations et plusieurs fontes superficielles, en passant par différentes zones, les unes tempérées, les autres glaciales. Les hypothèses que l'on a imaginées pour expliquer sa formation ont été jusqu'à ce jour peu satisfaisantes. Elle paraît seulement devoir être assimilée à certains phénomènes électriques: on sait que l'électricité, en combinant l'oxigène et l'hydrogène, leur enlève une partie de leur calorique. Aussi, la grêle, même celle du printemps, est-elle accompagnée

de traces d'électricité (1). C'est par un appareil électrique qu'on est parvenu à imiter la grêle. On peut ajouter que les éruptions des volcans sont souvent suivies de la chute d'énormes grêlons (2). La violence avec laquelle la grêle est lancée sous un angle oblique et indépendamment du vent, s'expliquerait en supposant avec le célèbre *Volta*, deux nuages situés l'un au-dessus de l'autre, électrisés en sens inverse, attirant et repoussant tour à tour les gouttes d'eau qui se trouvent dans l'intervalle qui les sépare, et produisant dans ces gouttes d'eau, chargées d'électricité contraire, une évaporation d'où résulte un refroidissement qui provoque la formation d'un noyau de glace, ou la grêle qui serait ensuite poussée dans la diagonale de sa pesanteur et de la résultante des deux directions des nuages (3).

(1) « On entend quelquefois, *avant la chute de la grêle*, dit M. Arago, un bruit, un craquement particulier qu'il serait difficile de mieux définir qu'en le comparant à celui que produit un sac de noix qu'on vide. La plupart des météorologistes croient que les grêlons poussés par les vents s'entrechoquent continuellement dans les nuages qui les portent, et c'est là, suivant eux, l'origine du mugissement dont la chute du météore est précédée. D'autres supposent que les grêlons sont fortement et *diversement* électrisés, et regardent dès lors le craquement en question comme le résultat des petites décharges électriques mille et mille fois répétées. » (Notes scientifiques : *Annuaire du bureau des longitudes*, 1827.)

Les grêlons varient de grosseur depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'un œuf : cependant l'orage qui, le 13 juillet 1788, traversa en peu d'heures du midi au nord toute la France, produisit des grêlons dont les plus gros pesaient une demi-livre. J. H.

(2) *Stephensen*, Tableau de l'Islande, p. 307 (en allemand).

(3) On connaît encore deux autres espèces de grêle : la plus fréquente, intermédiaire entre la pluie et la grêle, est le *grésil*, petite grêle qui, dans les régions tempérées, tombe pendant l'hiver, au commencement du printemps ou à la fin de l'automne : il ne se montre que pendant les orages passagers, et toujours sous forme de petits grains que l'on dirait comme saupoudrés de farine. L'autre espèce ne diffère de la précédente que par sa diaphanéité. Ces deux sortes de grêle paraissent être des gouttes de pluie qui tombant d'un nuage en traversent un autre plus bas, et cependant plus froid. J. H.

Tels sont les principaux faits que la physique a devinés à l'égard de la formation des météores aqueux. Leur influence sur le bien-être de la terre est plus facile à déterminer. Nous voyons toute la nature languir quand l'atmosphère retient trop long-temps le fluide enlevé à la terre ; les plantes penchent tristement leur feuillage jaunissant; les animaux sentent leurs forces défaillir; l'homme, lui-même, ne respirant que de la poussière, peut difficilement se procurer un asile contre la chaleur qui l'accable et contre la sécheresse qui le dévore ; mais à peine les eaux célestes se sont-elles répandues, que tous les êtres vivans se sentent renaître : les champs reprennent leur parure verdoyante, les fleurs leur éclat, les animaux la liberté de leurs mouvemens, les élémens de l'air leur équilibre salutaire. La neige, elle-même, dont le nom effraie les peuples méridionaux, est un véritable bienfait de la nature ; elle garantit les racines des plantes des effets d'un froid rigoureux ; elle humecte lentement des terres où la pluie ne s'arrêterait pas; elle fraie à l'homme du nord des routes commodes et agréables sur lesquelles il glisse joyeusement dans son léger et brillant traîneau, tandis que l'habitant du midi, sous un ciel nébuleux, reste également privé des agrémens de l'hiver et de ceux de l'été. La grêle seule, parmi les météores aqueux, ne se montre jamais que sous l'aspect d'une calamité; les oiseaux et les quadrupèdes, par instinct, se cachent dès qu'ils en ont eu le pressentiment; l'homme ne sait ni prévoir ce météore ni en arrêter les ravages ; il a pu enchaîner la foudre, mais il voit la grêle écraser ses blés, briser ses arbres fruitiers, et endommager ses maisons même, sans pouvoir y apporter aucun remède (1).

(1) On a cru pouvoir détourner ce fléau par un appareil auquel on a donné le nom de *paragrêle;* mais il paraît que l'on en a exagéré ou mal constaté les effets. Il serait très-singulier qu'un paragrêle pût être indif-

L'excès d'humidité pourrait bien devenir funeste à la terre; mais il est difficile que cet excès ait lieu. La quantité des eaux atmosphériques versées par les météores aqueux, varie selon les climats. Il est probable que partout la quantité de l'eau évaporée détermine celle qui descend de l'atmosphère.

Les effets salutaires des météores aqueux sont encore modifiés par la nature chimique des eaux atmosphériques. Les pluies et les rosées salées aux environs de la mer Caspienne, dues aux vapeurs qui s'élèvent d'un sol imprégné de divers sels (1), contribuent probablement à ces efflorescences salines, qui envahissent peu à peu le sol jadis fertile de la Perse. Elles sont si fortes, que, dans une nuit d'été froide, on les voit se déposer sur les chameaux, sous la forme d'un givre, contenant du sel ammoniac. Dans le Jutland occidental, nous voyons des brouillards saumâtres s'élever du sein de la mer, consumer le feuillage des arbres, en arrêter la végétation, sans nuire à celle des graminées. Les brouillards d'automne, en France, probablement chargés d'électricité, hâtent quelquefois la maturité du raisin.

Parmi les météores aqueux, il y en a quelques uns qui passaient autrefois pour surnaturels, mais auxquels des observations plus exactes ont ôté tout ce qu'ils avaient de miraculeux. Telles sont les *pluies de sang* qui ont lieu lorsque l'eau pluviale entraîne avec elle une grande quan-

féremment formé d'une longue perche de bois à laquelle les uns fixent une pointe de cuivre, tandis que d'autres n'en mettent point; que les uns arment d'un fil métallique qui plonge dans le sol, tandis que d'autres négligent cette précaution, et qui cependant produirait le même effet; lorsqu'il est prouvé par une foule d'exemples que les grands arbres qui s'élèvent plus que ces perches dans l'atmosphère n'empêchent pas la grêle de ravager les pays les plus boisés, et que les paratonnerres épars dans les villes ne paraissent avoir aucune influence sur ce météore. J. H.

(1) *Gmelin*, Description de la Russie, III, 11-12.

tité de certains insectes rouges qui flottent dans l'atmosphère, ou qui fourmillent sur la terre (1). Les *pluies de soufre* sont dues à une apparence que les faits ont démentie. En 1646, au mois de mai, on vit pleuvoir à Copenhague une matière qui, examinée par les savans d'alors, leur parut être du soufre minéral (2); mais le même phénomène se renouvela, en 1804, également au mois de mai, et les savans d'aujourd'hui, en analysant la matière tombée, n'y virent qu'une substance végétale semblable au *semen lycopodii* (3). La phosphorescence de cette substance, au moment de la pluie, qui eut lieu pendant la nuit, avait offert un spectacle effrayant. D'autres exemples concourent à ne voir, en général, dans les pluies de soufre, que la chute d'une poudre végétale, enlevée par une trombe, phénomène que nous décrirons plus loin. A Bordeaux, en 1761, le vent apporta une nuée, composée de la poussière jaunâtre qui couvre les étamines des fleurs.

(1) Swammerdam et Réaumur attribuent à une matière rougeâtre que répandent certains papillons qui viennent de subir leur métamorphose, les taches éparses sur le sol après une prétendue *pluie de sang*. Quelquefois les gouttes de pluie sont chargées d'une poussière minérale ocracée qui accrédite chez le peuple l'existence surnaturelle de ces pluies de sang. Le 14 mars 1813, à la suite d'un violent orage, pendant lequel le ciel était de couleur de feu, il tomba à Gerace, en Calabre, une pluie rougeâtre qui causa une grande frayeur : ses larges gouttes laissaient sur la terre des taches couleur de sang, dues à une matière terreuse qui, d'après l'analyse qui en fut faite, contenait de la silice, de l'alumine, de la chaux, du fer, du chrome, et une substance résineuse. Nous verrons plus loin que cette matière se rapproche beaucoup des pierres météoriques. J. H.

(2) *Wormius*, Museum, lib. I, cap. IX, sect. I.

(3) Mémoires de *Viborg* et de *Rafn*. Il paraît aussi que la poussière végétale qui, dans ces circonstances, colore la pluie, est due à un champignon du genre *uredo*, auquel les botanistes ont donné le nom spécifique de *nivalis*. Ce fait, reconnu par Ramond et Saussure, a été confirmé par le savant Robert Brown; cependant M. de Candolle pense que ce n'est point l'*uredo* qui colore la pluie et la neige en rouge, mais un petit végétal de la famille des algues. J. H.

de pins, dans les landes voisines (1). Les ouragans enlèvent aussi quelquefois des gerbes de blé et de petits animaux comme des sauterelles, des crapauds, qui, en retombant à une distance considérable, effraient les bonnes femmes des campagnes. Le phénomène le plus effrayant dans ce genre, *les pluies de feu*, a été observé à deux reprises par un grand naturaliste, qui déclare n'y avoir vu qu'une pluie fortement chargée d'électricité, et qui étincelait en touchant la terre (2).

Passons aux météores lumineux, et d'abord à ceux qui, selon la physique commune, dépendent de la réfraction et de la réflexion.

Les rayons solaires, disent les Newtoniens, en passant d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, subissent une inflexion, une déviation de leur chemin direct, qui s'appelle *réfraction*. Les sept rayons visibles ont une réfrangibilité différente; les rouges ont la moindre; viennent ensuite l'orange, le jaune, le vert, le bleu clair, l'indigo, le violet. Tous les corps qui sont visibles, sans être lumineux, ont la propriété de *réfléchir* la lumière, de la repousser et renvoyer. Les nuages et l'air même ont cette propriété. Les rayons qui ont le plus de réfrangibilité, sont aussi les plus réflexibles. Ces deux causes nous procurent les spectacles les plus agréables et les plus majestueux de la nature. Si le ciel brille d'une couleur azurée, tantôt claire, tantôt foncée, c'est l'effet des rayons bleu, indigo et violet, qui, d'abord réfléchis par la terre, sont ensuite renvoyés vers nous par l'atmosphère.

La réfraction de la lumière lui permet de se répandre peu à peu dans notre hémisphère, obscurci par les ombres de la nuit, long-temps avant que le soleil n'y paraisse, et lorsque cet astre est à 18 degrés au-dessous de

(1) *Sigaud-Lafond*, Dict. des Merv. de la nature, tom. III, p. 196.
(2) *Bergmann*, Géographie physique, II, 45, § 115.

notre horizon. Le *crépuscule* et l'*aube* sont un grand bienfait pour les laboureurs, pour les navigateurs, pour les malheureux habitans de la zone glaciale. Par leur effet, les deux pôles doivent jouir, pendant environ 9 mois, de la lumière solaire. Le soleil lui-même paraît, par la réfraction, au-dessus de l'horizon, avant qu'il n'y arrive en effet.

L'*aurore* et le *coucher du soleil* doivent leurs teintes brillantes à ce que l'air vers la nuit et au matin se condense et se remplit de beaucoup de vapeurs. Les rayons très-réfrangibles nous parviennent peu ou ne nous parviennent point; les rouges et les jaunes ont seuls assez d'inflexibilité pour pénétrer à travers l'atmosphère, et d'en rendre les vapeurs et les nuages comme autant de miroirs mobiles. C'est la même raison qui souvent fait paraître le soleil plus rouge le soir et le matin. Le doux spectacle de l'aurore et du crépuscule est presque refusé aux régions équatoriales, où le soleil se lève à peu près verticalement; c'est vers les pôles que ces clartés réfléchies de l'astre du jour se prolongent le plus et changent souvent la nuit entière en un jour magique dont l'Européen méridional ne saurait se faire une juste idée.

Les *parélies* sont des phénomènes moins communs. On voit à côté du soleil, souvent au-dessus et au-dessous, plusieurs images plus ou moins vives de cet astre; ces *faux soleils* sont tantôt entourés d'un cercle d'une lumière pâle, tantôt ornés des couleurs de l'iris; le plus souvent ils n'ont pas une parfaite rondeur, et l'on en a vu qui avaient des queues lumineuses. Ce météore n'a jamais été vu en même temps de plusieurs endroits éloignés; il change même d'aspect pour des spectateurs très-voisins l'un de l'autre. C'est donc un effet d'optique. Comme il neige et grêle ordinairement au moment où une telle parélie disparaît, on croit que c'est dans une masse de

petites aiguilles de glace suspendues dans l'air que se réfléchit l'image du soleil; les rayons passent probablement à travers une ouverture entre des nuages épais, comme lorsqu'on fait tomber l'image solaire dans la chambre obscure (1). Il y a aussi des *parasélènes* ou de fausses lunes. Ces illusions ne peuvent guère avoir lieu que lorsque le soleil, éloigné du zénith, darde ses rayons obliquement sur l'atmosphère; aussi presque toutes les parélies arrivent le matin ou le soir. Les parélies et les parasélènes ont souvent lieu dans les contrées où règne un froid humide; on les observe principalement au milieu de l'hiver; on les voit fréquemment au Groënland, et l'on assure qu'aux environs de la baie d'Hudson, le soleil, en se levant, semble ordinairement avoir une queue (2).

L'*arc-en-ciel* a beaucoup de rapport avec les parélies, et les accompagne ordinairement. Personne n'ignore que cet arc de cercle, si merveilleusement coloré, est le produit des sept rayons solaires, réfractés dans des gouttes d'eau suspendues dans l'air, et réfléchis sur un nuage obscur, comme sur un fond. C'est dans les traités de physique qu'il faut chercher l'explication de ce phénomène (3).

Ce qu'on a nommé l'*apothéose des voyageurs*, est un phénomène du même genre que l'arc-en-ciel. Placés sur

(1) *Huyghens*, Dissert. de coronis et pacheliis, in op. relict., II. *Bergmann*, Géographie physique, § 122

(2) Un phénomène beaucoup plus fréquent est celui que l'on nomme *halos* ou *couronne:* des vapeurs légères disséminées dans l'atmosphère en sont probablement la cause. Le soleil, la lune et les étoiles se montrent entourés d'un ou de plusieurs cercles lumineux. Ordinairement ces cercles sont blancs; d'autres fois ils offrent les nuances de l'arc-en-ciel. J. H.

(3) *Haüy*, Traité de physique, §§ 955-975. Comp. Observations sur l'arc-en-ciel, suivies de l'application d'une nouvelle théorie, etc., par M. l'abbé *P.*, Paris, 1788. *Biot*, Traité élémentaire d'astronomie physique.

la montagne très-élevée de Pambamarca, dans le Quito, les académiciens Bouguer, Godin et La Condamine, virent leur propre image reflétée dans un brouillard très-fin et entouré de plusieurs cercles concentriques, ornés des couleurs de l'iris. Le *spectre du Brocken* est une illusion optique du même genre.

Le *mirage*, ou l'apparition des objets qui ne se trouvent point réellement dans l'horizon, ou qui s'y trouvent dans une autre situation, est une des illusions optiques les plus remarquables. Sur mer, elle fait paraître des rochers et des bancs cachés sous l'eau, comme s'ils étaient élevés au-dessus de sa surface; ainsi les marins suédois ont longtemps cherché une prétendue île magique qui se montrait de temps en temps entre les îles d'Aland et les côtes de l'Uplande; c'était un écueil élevé par le mirage (1). D'autres fois, les Anglais ont vu avec effroi la côte de Calais et de Boulogne se rapprocher en apparence des rivages de leur île. Les vaisseaux se présentent quelquefois comme s'ils étaient renversés ou comme s'ils naviguaient dans les nuages (2). Le plus fameux exemple de ce phénomène est celui qui se montre fréquemment dans le détroit de Messine, et que le peuple attribue à la fée Morgane, *fata Morgana;* le spectateur, placé sur le rivage italien, voit sur le plan incliné que forment les flots pressés au milieu du détroit, des images de palais, de remparts crénelés, de maisons et de vaisseaux, tantôt renversées, tantôt confusément redressées, et qui semblent lui présenter des villes et des paysages aériens (3). De tous les effets du mirage, celui qui a été le mieux examiné, c'est l'illusion optique qu'éprouvèrent les Français dans les déserts

(1) Mémoires de l'Académie de Stockholm.

(2) *Minasi*, *Gilbert*, etc. Voyez le *Mémoire* sur les *Fata Morgana*, dans les *Annales des Voyages*.

(3) Philosophical Transactions, 1799.

voisins de l'Egypte; la plaine de sables, couverte dans le lointain d'une vapeur épaisse, leur offrait l'image trompeuse d'un vaste lac vers lequel ils se précipitaient, mais qui semblait fuir devant eux (1). Tous ces bizarres jeux d'optique, dignes d'exercer la sagacité des savans qui, sans doute, n'y verront pas l'effet d'une seule et unique cause, ne peuvent être que brièvement indiqués dans un traité de géographie physique (2).

La *lumière zodiacale* mérite plus spécialement notre attention; c'est un grand phénomène qui doit tenir, ou à la nature de l'atmosphère terrestre, ou à la position du globe envers le soleil. Cette lumière, qui est constante sous l'équateur, se présente, après le coucher du soleil, sous la figure d'une clarté tranquille, blanchâtre, et de forme lenticulaire, ayant sa base tournée vers le soleil et son axe dans le zodiaque. *Mairan* a supposé que cette lumière était l'atmosphère du soleil (3); mais cette explication, assez généralement admise, est absolument rejetée par M. de Laplace. Cet illustre géomètre observe, ce nous semble, avec raison, que l'atmosphère du soleil ne saurait avoir la forme lenticulaire, ni s'étendre au-delà de l'orbite de Mercure, tandis que la lumière zodiacale semble même s'étendre au-delà

(1) *Monge*, sur le Mirage, dans les *Mémoires d'Égypte*, I, 64. *Biot*, Mémoire sur le Mirage, inséré dans les Mémoires de l'Institut.

(2) Le mirage est à la fois un phénomène de réfraction et de réflexion. Il y a réfraction puisque l'œil aperçoit les objets à un point de l'horizon différent de celui où ils sont réellement; il y a réflexion, puisque la couche d'air la plus inférieure produit l'effet d'un miroir : les objets s'y peignent renversés. Ainsi dans les plaines de l'Égypte la partie basse du ciel se réfléchissant dans la couche d'air qui couvre le sol, y produit l'image d'un lac, et les villages situés à la distance d'environ 2 lieues réfléchissent leur image renversée dans ce lac apparent comme dans une eau tranquille. Le phénomène se produisant nécessairement à une distance constante de l'observateur, à mesure qu'il avance l'illusion se reproduit plus loin. J. H.

(3) *Mairan*, Traité de l'aurore boréale, p. 12.

de l'orbite terrestre (1). S'il nous était permis, dans un ouvrage de cette nature, de développer de nouvelles opinions relatives à la physique, nous chercherions à rendre vraisemblable que la lumière zodiacale n'est autre chose que le fluide lumineux propre du globe terrestre, attiré par le soleil dans la direction de sa route journalière apparente, et qui, étant accumulé sur cette ligne, devient visible au moment du déclin de cet astre; cet effluve, formant une bande elliptique dont le grand diamètre est toujours dirigé vers le soleil, doit se présenter sous une figure lenticulaire, dont la partie la plus large est tournée vers le soleil. Il est vrai que cette explication suppose que le fluide lumineux répandu dans tout l'univers, s'accumule autour des globes célestes, en raison de leur masse et de leur densité, ce qui n'est qu'une hypothèse encore fort incertaine.

Parmi les *météores ignés* dont nous allons nous occuper, le *tonnerre* occupe le premier rang. On sait qu'il est le produit de l'électricité, dont la théorie doit être étudiée dans les traités de physique. Nous avons vu que la présence toute-puissante du fluide électrique se manifeste d'une manière très-sensible dans l'air, la pluie, la neige, la grêle et les nuages, qui flottent au milieu de l'atmosphère. Ces corps reçoivent la vertu électrique des mains de la nature, par des moyens qui ne nous sont pas précisément connus, quoique les expériences de Lavoisier et de Laplace aient mis hors de doute que les corps terrestres, en se vaporisant, enlèvent à la terre une partie du fluide électrique qui lui est propre. On sait que c'est au célèbre *Franklin* que nous devons la preuve positive de l'électricité de l'atmosphère; il osa le premier dresser un appareil contre les nuages, et arracher au ciel les carreaux de la foudre. L'électricité des nues d'orages est presque toujours celle

(1) *Laplace*, Système du monde, liv. IV, ch. x.

que les physiciens nomment *vitrée* ou positive; elle augmente à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et doit par conséquent être très-vigoureuse dans les couches d'air où naissent les orages. Tout le globe terrestre peut être regardé comme un vaste réservoir de l'une et de l'autre électricité, mais plus souvent de la résineuse ou négative. Tant que ces deux corps restent dans leur état naturel, il y a équilibre entre les deux électricités, et par conséquent repos; mais si l'un de ces deux corps, soit la terre, soit l'atmosphère, est électrisé par une quantité additive du fluide électrique, il n'y a plus égalité de répulsion et d'attraction; le fluide part sous la forme d'une étincelle; c'est *la foudre*, qui est ou *descendante* ou *ascendante*. Quelquefois on voit ces deux espèces de foudre presque dans le même moment; la terre et l'atmosphère semblent se renvoyer tour à tour leur surplus d'électricité. L'étincelle attirée et conduite de préférence par des métaux et des corps humides, exerce des ravages, qui, n'ayant pu être observés de sang-froid, restent encore enveloppés d'obscurité; ici, la foudre excite des flammes rapides et dévorantes; là, elle se borne à courber et à fracasser les objets qu'elle rencontre; tantôt elle ôte en un instant la vie aux animaux, tantôt elle parcourt les vêtemens d'un individu sans lui nuire.

On a observé une espèce de flux et de reflux périodique dans le fluide électrique de l'atmosphère. En été, lorsque la terre est sèche, que le jour est chaud, sec et serein, l'électricité atmosphérique va en croissant depuis le lever du soleil jusque vers le milieu du jour, où elle parvient à son *maximum;* elle y reste stationnaire pendant une couple d'heures, et diminue ensuite jusqu'à la chute de la rosée. Vers minuit, elle se ranime pour s'éteindre de nouveau, et presque entièrement. En hiver, le *maximum* de l'électricité est à huit heures du matin et à huit heures du soir; elle est plus faible dans la journée. Dans toutes ces va-

riations, l'électricité atmosphérique semble suivre assez exactement le développement du gaz hydrogène, qui est plus ou moins considérable dans les différens momens du jour(1). Les phénomènes électriques affectent certaines parties du globe de préférence. Vers les pôles, le dégagement du gaz hydrogène est peu abondant, et en même temps il n'y a point de frottement continuel entre la terre et l'atmosphère : aussi ne voit-on que rarement la foudre éclater dans ces contrées; le tonnerre n'y est qu'une faible décrépitation. A mesure qu'on s'avance vers l'équateur, le gaz hydrogène devient plus abondant, et en même temps les orages plus forts. C'est sous la ligne que l'on trouve cette vaste étendue de mer où règnent, presque sans interruption, les tonnerres et les orages. Il y a cependant des contrées sous la ligne où il tonne fort rarement. Si la foudre semble être particulièrement attirée vers les endroits marécageux, ne pourrait-on pas en chercher la cause dans la présence du gaz inflammable des marais, qui n'est qu'un gaz hydrogène impur?

On a prétendu qu'il y a dans le fluide électrique du globe deux courans : l'un, des pôles vers l'équateur, l'autre, en sens contraire. C'est une hypothèse assez probable.

Les orages, malgré les malheurs qu'ils causent de temps en temps, et que le paratonnerre ne prévient pas d'une manière absolue, méritent d'être regardés comme un des plus grands bienfaits du Créateur. Ils répandent de la fraîcheur dans l'atmosphère échauffée et desséchée. Désaltérée par les pluies d'orages, la plante reprend son vert brillant, la fleur relève sa tête languissante; les moissons et les fruits, pénétrés d'une nouvelle chaleur, mûrissent plus rapidement, et l'homme en silence adore le grand Être, dont la puissance vient de se manifester.

(1) *Saussure*, Voyages, §§ 800-803-831. *Lemonnier*, Mém. de l'Académie, 1752, p. 240-241. *Beccaria*, Électricité terrestre, § 1087.

Nous allons considérer divers phénomènes ignés, mais dont aucun ne présente la terrible énergie du tonnerre. C'est un spectacle aussi magnifique qu'étonnant, que ces *aurores boréales*, tant de fois chantées par Ossian. Dans ces météores, teints de sang et de feu, quel poète ne verrait les ombres des guerriers qui, jadis, vainqueurs de la terre, à présent dominateurs des airs, se penchent de leurs nuages pour regarder les combats de leurs neveux! Ces pâles et tranquilles lueurs ne sont-elles pas les filles des héros qui, moissonnées dans leur printemps, planent aujourd'hui sur l'aile du vent? On entend leurs soupirs et les légers bruissemens de leurs robes resplendissantes. Quelles colonnes lumineuses s'élèvent vers le zénith et s'y assemblent de toutes parts! C'est le palais errant des morts. Peintres et poètes, c'est à vous qu'il est permis de retracer toute cette magie. Nous devons nous borner à une description rigoureuse (1). L'aurore boréale se montre toujours du côté du nord dans nos contrées européennes; elle tire ordinairement un peu à l'ouest. Au Groënland, on aperçoit quelquefois ce phénomène du côté du midi. Dans l'hémisphère austral, il se montre, mais avec un éclat affaibli, du côté du pôle du sud. Les anciens paraissent l'avoir décrit sous les noms de *lampes* ou *torches ardentes*, et autres; aujourd'hui, il est rare dans la zone tempérée, et ne devient commun que vers le 60e degré de latitude. Il commence ordinairement trois ou quatre heures après le coucher du soleil; il s'annonce par un nuage sombre qui présente à peu près la figure d'un segment de cercle, dont l'horizon forme la corde. Ce segment vu à Upsal, par exemple, est d'un noir foncé, tandis qu'en Laponie il paraît grisâtre ou même devient presqu'invisible. Bientôt sa circonférence paraît bordée d'une lumière blanchâtre,

(1) *Mairan*, Traité des aurores boréales, p. 115. *Bergmann*, Géographie physique, II, 96-104.

qui semble quelquefois se consumer tranquillement. Le plus souvent, le segment nébuleux s'ouvre en crevasses; il en sort des jets et des rayons de lumière, colorés en jaune, rose, pourpre ou vert-céladon. Un mouvement général agite toute la masse nébuleuse et éclairée; des rayons plus vifs les uns que les autres, se croisent comme des éclairs au milieu d'une vaste clarté; peu à peu, il se forme au zénith une couronne brillante qui semble être le point central de tous les mouvemens de la matière lumineuse. Après avoir occupé pendant une heure ou deux presque toute l'étendue du ciel, le phénomène se resserre d'abord du côté du midi, ensuite à l'ouest et à l'est, et finit par disparaître au nord. Le soleil levant éteint ces clartés rivales de la sienne. Mais plus on s'éloigne du pôle, moins on voit distinctement ces diverses phases de l'aurore boréale. Elle ne paraît généralement en France que comme une lumière peu élevée au-dessus de l'horizon.

Les physiciens ont donné diverses explications de ces phénomènes; celle qu'a proposée dernièrement le professeur *Libes*, a paru aux savans réunir la simplicité à la probabilité (1).

Ce physicien pose d'abord six principes : 1° Si l'on excite l'étincelle électrique dans un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, il en résulte de l'acide nitrique et de l'acide nitreux, ou du gaz nitreux, suivant le rapport qui existe entre le gaz oxigène et le gaz azote, qui composent le mélange. 2° L'acide nitrique exposé au soleil prend plus de couleur et de volatilité. *Schéele* a observé le premier ce phénomène, et M. *Libes* a fait là-dessus des observations fréquentes. Ayant placé un récipient sur une soucoupe contenant de l'acide nitrique, et ayant exposé le tout au soleil, il a vu que l'acide s'est coloré, et que le récipient a été rempli de vapeurs rutilantes qui s'y soutenaient long-

(1) Traité de physique, par *Libes*, tom. III, p. 309.

temps, en répandant une clarté semblable à celle des aurores boréales. 3° Dans les flacons qui contiennent de l'acide nitreux, on aperçoit toujours, au-dessus de l'acide, une vapeur très-rouge et très-volatile qui ne se condense jamais. 4° Le gaz nitreux, en contact avec l'air atmosphérique, exhale des vapeurs rutilantes, qui s'envolent dans l'atmosphère. 5° Le gaz hydrogène qui se dégage de la surface du globe, va occuper, dans les hautes régions de l'atmosphère, une place marquée par sa pesanteur spécifique. 6° La chaleur solaire a très-peu d'activité dans les régions polaires.

En réfléchissant sur ces principes, il est aisé de voir que, la production du gaz hydrogène étant presque nulle dans les régions polaires, le fluide électrique, en refluant de l'équateur vers le pôle, ne doit rencontrer qu'un mélange de gaz azote et de gaz oxigène; que l'étincelle électrique fixe et combine ces deux gaz; que cette réunion doit donner lieu à une production de l'acide nitrique, de l'acide nitreux ou du gaz nitreux, selon le rapport qui règne entre les deux gaz composans; et que de ces gaz et acides nitriques ou nitreux, doivent s'exhaler des vapeurs rutilantes et volatiles, qui donnent lieu aux phénomènes de l'aurore boréale. Si ces phénomènes n'ont pas lieu dans les zones tempérées, c'est que dans leur atmosphère fortement échauffée, il se trouve toujours un mélange de gaz oxigène et de gaz hydrogène, que l'étincelle électrique fixe de préférence, en y occasionant la foudre et le tonnerre. Ces deux phénomènes ne sont point connus dans les régions polaires, parce que le gaz hydrogène y manque.

Les observations de *Gmelin* le père, dans son voyage de Sibérie, tendent à confirmer l'opinion de M. *Libes*. En avançant dans la Sibérie orientale, les aurores boréales deviennent toujours plus fréquentes, plus éblouissantes; on dirait que les contrés glaciales, entre le Iéniséï et le cap

Bering, sont la patrie de ces phénomènes. Or, c'est justement la partie de l'ancien continent, où le froid est le plus vif, et par conséquent où il se développe le moins de gaz hydrogène.

Cette explication pourtant ne rend pas raison de plusieurs circonstances du phénomène, entre autres du segment noirâtre qui en forme la base; il faut attendre que des observateurs éclairés en aient fait l'application suivie à un certain nombre d'aurores boréales. Nous demanderions à ces observateurs, si l'aurore boréale ne serait pas en partie due à un effet de mirage? si le segment circulaire ne serait pas l'image du globe terrestre lui-même, répétée dans l'atmosphère nocturne? Alors, les rayons lumineux qui paraissent sortir de ce segment nébuleux, sortiraient réellement de la terre elle-même. C'est une idée que nous livrons à l'examen des savans (1).

D'autres phénomènes ignés nous rappellent vers la surface terrestre. On sait que des matières animales en putréfaction, il se développe toujours du phosphore, qui, s'enflammant par le contact de l'atmosphère, produit des flammes légères et mobiles. Telle est probablement l'origine de ces *feux follets* qui voltigent dans l'obscurité à la surface des terrains marécageux, sur les cimetières et sur les champs de bataille; ils ont pu causer les prétendues apparitions d'esprits dans les églises, où une mauvaise habitude entassait les restes des morts. Le gaz hydrogène se combine souvent avec le phosphore; ce mélange n'est pas propre à la respiration, il suffoque subitement. C'est encore une circonstance qui semble entrer dans beaucoup d'histoires de revenans et d'apparitions (2).

(1) Malgré ces explications et tant d'autres qu'il serait trop long de citer, on peut dire que la cause qui produit l'aurore boréale n'est point encore complètement connue. J. H.

(2) Le gaz inflammable des marais est l'hydrogène proto-carboné; celui qui s'exhale et s'enflamme à la surface des cimetières humides est l'hydrogène per-phosphoré. J. H.

Il se dégage aussi des marais un air inflammable qui est du gaz hydrogène mêlé avec de l'azote. L'air qui brûle à la surface de certaines sources connues sous le nom de *fontaines ardentes*, provient également du gaz hydrogène phosphoré. Il existe une de ces sources dans la paroisse de Saint-Barthélemy, département de l'Isère. Le dégagement du gaz inflammable est, pendant l'été, si considérable, qu'on voit continuellement une flamme de sept pieds de hauteur, et que des voyageurs, à son aspect, se sont imaginé voir un village en combustion (1).

Les *feux follets*, nés d'un développement d'hydrogène per-phosphoré, doivent nécessairement s'éteindre rapidement; une succession de ces feux paraîtra donc aux yeux du spectateur être une seule flamme qui se transporte avec rapidité d'un lieu dans l'autre. En veut-on approcher? L'air poussé devant nous, force le feu léger à s'éloigner. Il y a d'autres feux semblables qui se montrent immobiles dans un certain endroit; il en existait un près Rettwick en Suède, qui était attribué à un dragon veillant sur des trésors; un simple mineur osa diriger une fouille qui mit à découvert une caverne, remplie de pyrite sulfureuse et de pétrole, dont la combustion avait été la cause du phénomène (2).

Les *étoiles tombantes* ou *volantes* sont connues de tout le monde. On les voit sous forme de petits globes de feu parcourir la voûte du ciel dans toutes les directions en décrivant des courbes. Leur apparition est très-fréquente dans les pays chauds, et pendant l'automne et le printemps dans les régions tempérées. Elles ont probablement pour cause un gaz hydrogène plus ou moins sulfuré; car le

(1) *Bouvier*, Journal de la médecine éclairée par les sciences physiques, tom. III, n° 8.

(2) Mémoires de l'Académie de Stockholm, 1740. *Bergmann*, Géographie physique, II, 80.

phosphore est trop rapidement enflammé, par le contact de l'air, pour qu'il puisse s'élever aussi haut. Ce qui semble prouver l'origine sulfuro-hydrogénique de ces météores, c'est la considération des circonstances qui les accompagnent ou les suivent. Ces feux, à ce que l'on assure, tombent souvent à terre, et l'on ne trouve, à l'endroit de leur chute, qu'une matière fétide, glutineuse, d'un blanc tirant sur le jaune. Or, on sait que le gaz hydrogène sulfuré tient du soufre en dissolution, que l'hydrogène et le soufre ne brûlent point en même temps; que par conséquent la partie sulfureuse peut se précipiter à terre, pendant que l'hydrogène, mêlé à l'oxigène de l'air, s'allume par une légère étincelle électrique (1).

Le *feu de Saint-Elme* est assez généralement regardé comme une accumulation de matière électrique autour d'une pointe qui se meut dans l'air. Ainsi, ce feu doit naturellement se montrer souvent au sommet des mâts d'un vaisseau naviguant avec rapidité. Les anciens ont remarqué ce phénomène; une paire de ces feux s'appelait *Castor et Pollux;* un seul portait le nom d'*Hélène*. Souvent on vit les lances d'une armée, ornées de ces bouquets électriques (2). Un naturaliste suédois voyageant à cheval par un temps neigeux, vit ses doigts, sa baguette et les oreilles de son cheval couverts d'un feu de cette nature (3).

Les *globes de feu* ou *météorolites* offrent un spectacle beaucoup plus imposant que tous les phénomènes précédens. On en voit d'une étonnante grandeur; leur lumière est quelquefois rougeâtre, mais plus souvent d'une blancheur vive et éblouissante, semblable à la flamme du zinc, mêlé

(1) L'origine des étoiles tombantes est encore imparfaitement connue. J. H.

(2) *Homer.*, Odyss., XX, 133. *Cic.*, de Divinat., I, 18. *Virg.*, Georg., I, 478. *Plin.*, Hist. nat., II, cap. XXXVII. *Seneca*, Quæst. nat., I, 1. *Cæsar*, Bell. Afric., 6. *Lib.* XXII, 1.

(3) *Forskal*, dans *Bergmann*, Géographie physique, § 130.

avec le nitre. Ils se meuvent avec la rapidité de l'éclair, et semblent parcourir les hautes régions atmosphériques, puisqu'on les a vus en même temps à des endroits fort éloignés l'un de l'autre. Peut-être ceci n'est-il qu'une suite de leur marche rapide, qui est quelquefois de six lieues par seconde. On les voit souvent dans l'espace de quelques secondes, apparaître, traverser l'horizon, éclater comme un feu d'artifice, se briser en morceaux, ou lancer des torrens de flammes. Une terrible détonation ébranle les airs et la terre au moment où ils éclatent. Il y en a qui se précipitent comme la foudre, écrasent les toits des maisons, tuent les animaux, démâtent et fracassent les navires. D'autres fois, ils marchent sur la terre comme un tourbillon de feu, brûlent les végétaux, dévorent ou du moins renversent tout ce qui se rencontre sur le chemin. La foudre les accompagne quelquefois; en général, l'électricité et l'hydrogène, peut-être aussi le gaz nitreux, semblent jouer ici un grand rôle; mais l'apparition trop momentanée de ces phénomènes n'a pas permis de les observer avec soin.

L'atmosphère a de tout temps contribué à augmenter le nombre des substances solides du globe; les *pluies de pierres*, décrites comme des prodiges par beaucoup d'historiens grecs et romains, ont été mises hors de doute par les observations éclairées des *Biot*, des *Chladni* et de plusieurs autres savans. Toutes ces substances, lancées sur la terre du haut des cieux, contiennent les mêmes élémens : de la silice, du soufre, de la magnésie, du manganèse, du chrome, du fer et du nickel. Elles semblent n'être que les noyaux des globes de feu qu'on voit souvent traverser l'atmosphère avec un éclat éblouissant, pour disparaître en un clin d'œil. Ainsi les *bolides* ou pierres atmosphériques seraient des concrétions formées par les gaz élémentaires, et peut-être par un effet de l'électricité. Mais elles peuvent aussi être regardées

comme autant de satellites ou lunes en diminutif qui, tournant autour de notre planète, finissent par s'y réunir, lorsque des causes inconnues, mais faciles à concevoir, leur ont fait perdre une partie de leur force centrifuge. Le sage *Franklin* a-t-il eu tort de penser « qu'il a pu y avoir un « temps où il pleuvait des pierres, comme aujourd'hui il » pleut de l'eau (1)? »

Tous les phénomènes que nous venons de considérer se montrent avec éclat ou même avec fracas; il y en a un qui se présente comme le résultat d'une petite force invisible, tranquille, mais qui n'en embrasse pas moins tout le globe terrestre. Je veux parler du *magnétisme*. Ce phénomène est fort peu connu, quant à sa nature. Tout ce qu'on sait se réduit à ceci. Il semble exister une matière ou force quelconque qui influe probablement sur tous les corps terrestres, mais qui se manifeste principalement en agissant sur la mine de fer oxidulée, nommée *aimant*. Ces substances

(1) Ces corps, dont on a si long-temps révoqué en doute l'existence, et que l'on désigne non seulement par les noms mentionnés ci-dessus, mais encore par ceux de *pierres de foudre*, *pierres de la lune*, *aérolites*, *uranolites*, *météorites*, *céraunites*, et *bœtilies*, ont été le sujet d'un grand nombre d'hypothèses pour expliquer leur formation. On a supposé qu'ils pouvaient être lancés par les volcans de la lune; et MM. Biot et Poisson ont calculé qu'il ne faudrait qu'une vitesse quatre ou cinq fois plus grande que celle d'un boulet de canon pour détacher de notre satellite un de ces corps et l'entraîner dans notre atmosphère. Quelques physiciens ont pensé que des volcans situés près des pôles de notre planète pouvaient lancer dans l'espace, des déjections à une hauteur assez considérable pour les obliger à se mouvoir autour de la terre jusqu'à ce que des causes accidentelles les entraînent à sa surface. Lagrange a prouvé qu'une force douze ou quinze fois plus forte que celle de la poudre à canon suffirait pour produire ce résultat. On peut dire qu'aucune des hypothèses proposées n'explique la cause de ce phénomène. Ce qu'il y a de certain, c'est que s'il est le résultat de la combinaison de différens corps émanés de la terre à l'état gazeux, ces corps sont entraînés à une hauteur qui surpasse celle que l'on s'accorde à donner à l'atmosphère terrestre, puisque plusieurs de ces aérolites ont été aperçues en même temps de lieux assez distans pour faire admettre qu'elles étaient élevées à plus de 40 lieues de la surface du globe. J. H.

présentées l'une à l'autre, s'attirent mutuellement par un certain point et se repoussent par un autre; elles tournent constamment ces deux points, où leur action magnétique se concentre, vers les deux pôles du monde; elles communiquent, par le frottement ou par le contact, cette vertu à des barres et à des aiguilles de fer ou plutôt d'acier, de sorte qu'une telle *aiguille aimantée* indique par une de ses pointes le nord, et par l'autre le sud, sauf quelque déviation. On cherche à expliquer ce phénomène de la direction des aimans, en supposant que le globe soit lui-même un grand aimant, qui exerce sa force magnétique sur tous les corps, plus ou moins sensiblement (1). Nous n'entrerons pas dans les discussions auxquelles cette hypothèse donne lieu (2).

La terre considérée comme un grand aimant, a des pôles et un équateur différens de ceux que lui donnent sa figure et sa rotation. C'est ce que démontrent les deux espèces de déviation, observées dans l'aiguille aimantée.

La déviation, ou l'angle que l'axe de l'aiguille aimantée fait avec le méridien du lieu, s'appelle *déclinaison;* elle est occidentale ou orientale; elle varie dans divers endroits du globe, à divers temps de l'année, même à diverses heures

(1) On a prétendu aussi qu'il existait dans les régions polaires des mines d'aimant qui accumulaient vers le pôle l'influence magnétique; mais les travaux de M. Ampère tendent à assigner une autre cause au magnétisme. Si l'on considère en effet la terre comme une pile galvanique résultant de l'assemblage des différentes roches, on pourra même expliquer les variations diurnes de l'aiguille. L'expérience prouve en effet que des disques de même nature, dont la température est différente, produisent de l'électricité : on peut donc admettre que le changement de température qui a lieu tous les jours de l'est à l'ouest pendant la présence du soleil, doit avoir de l'influence sur la position des courans terrestres. J. H.

(2) *Æpinus tentamen theoriæ magneticæ;* les Mémoires de *Coulomb*, membre de l'Institut; ceux d'*Euler*, dans les *Mémoires de Berlin*, 1751, 1755 et 1757; les Mémoires suédois, pour les années 1750 et 1768, avec la carte de *Wilke;* les Transactions de la Société royale irlandaise, vol. IV, Dublin. *Van Swinden*, Mémoires sur l'analogie de l'électricité et du magnétisme. *Haüy*, Physique, §§ 720-832.

du jour. Ces diminutions et augmentations semblent être périodiques. Les variations sont même très-considérables. A Londres, la déclinaison était de 11 degrés 15 minutes à l'ouest, en 1580; en 1657, l'aiguille montrait directement le Nord; en 1692, on remarquait déjà 6 degrés de déclinaison occidentale, et en 1799, cette déclinaison était montée à 21 degrés. En 1580, la déclinaison vers l'ouest était à Paris de 11 degrés 30 minutes; elle a diminué jusqu'en 1663 où elle resta à *zéro* jusqu'en 1666 : c'est-à-dire que dans cette ville, la déclinaison était nulle. Elle recommença ensuite vers l'ouest, de sorte qu'en 1678 la déclinaison était de 1 degré 28 minutes; en 1795, elle montait à 22 degrés 30 minutes vers l'ouest (1). On trouve sur le globe des suites de points dans lesquels la déclinaison est nulle; mais ces *bandes sans déclinaison* changent tous les ans de position. On est obligé de refaire les mappemondes magnétiques tous les dix à douze ans.

Les oscillations diurnes sont aussi considérables. *Celsius* observa une variation de 12 minutes dans une heure, et de 2 à 7 minutes dans les 24 heures. Les expériences de *Cassini*, faites à Paris, donnent le résultat intéressant que voici. Depuis huit heures du matin à deux heures d'après midi, la direction de l'aiguille se rapproche de la méridienne; elle s'en écarte ensuite jusqu'à neuf heures du soir, et reste stationnaire pendant la nuit. La somme des oscillations vers l'ouest, l'emporte sur celle des mouvemens en sens contraire (2).

L'*inclinaison* consiste en ce que l'aiguille aimantée, qui,

(1) Depuis cette époque la déclinaison a augmenté jusqu'en 1813 qu'elle était de 22° 28′. L'aiguille resta encore stationnaire, et en 1816 elle recommença son mouvement rétrograde. En 1824 la déclinaison était de 22° 19′ vers l'ouest; en 1829 de 22° 12′ dans la même direction.

En 1824 la déclinaison était à Londres de 24° 8′. J. H.

(2) La marche des oscillations diurnes n'est pas la même dans tous les mois de l'année, ni dans tous les lieux de la terre. Elle atteint son

sous l'équateur ordinairement, se soutient dans l'équilibre horizontal qu'on lui a donné, en la plaçant sur son pivot, s'en écarte à mesure qu'on s'approche des pôles; l'une de ces extrémités s'abaisse toujours vers le pôle voisin. La plus grande inclinaison dont on ait parlé jusqu'ici, est celle de 82 degrés observée par *Phipps*, à la latitude de 79 degrés 44 minutes nord. D'après les observations de M. de Humboldt, l'intensité des forces magnétiques, et surtout l'inclinaison, augmente en allant de l'équateur aux pôles, tandis que le voyageur aérien, M. Gay-Lussac, a constaté qu'à 3600 toises au-dessus de nous, elles étaient les mêmes que sur la terre (1).

Le cercle qui coïncide avec le plan vertical, passant par la direction de l'aiguille, s'appelle *méridien magnétique*. Les points où se couperaient tous ces méridiens, seraient les *pôles magnétiques* de la terre. Un grand cercle sous lequel l'inclinaison de l'aiguille est nulle, sera l'*équateur magnétique*. D'après les savantes recherches du célèbre

maximum à Paris dans le mois de juin, et s'élève à 14′; son minimum a lieu en décembre, et est de 9′. A Londres, en juin et juillet, elle est de 19′ 6″, et en décembre de 7′ 6″. Les phénomènes atmosphériques dans lesquels l'électricité joue un grand rôle ont beaucoup d'influence sur ces variations. La foudre tombant près d'une aiguille change quelquefois tout à coup ses pôles. J. H.

(1) Dans le voyage que M. de Humboldt fit en 1829 en Russie et en Asie, il observa les inclinaisons suivantes :

	Latitudes.		Inclinaisons.
Ile Biroutchicassa.	45° 43′ 42″	15 octobre.....	59° 21′ 4″
Sarepta.....	48° 30′ 25″	9 octobre.....	62° 15′ 9″
Saratof.....	51° 31′ 12″	4 octobre.....	64° 40′ 9″
Barnaoul.....	53° 19′ 21″	1 août.....	68° 9′ 8″
Kychtim.....	55° 37′ 0″	12 septembre.....	68° 45′ 9″
Beresof.....	56° 54′ 36″	20 juin.....	69° 13′ 2″
Tobolsk.....	58° 12′ 39″	23 juillet.....	70° 55′ 6″
Pétersbourg.....	59° 56′ 31″	6 décembre.....	71° 6′ 7″

L'inclinaison varie aussi chaque année dans le même lieu : en 1798 elle était, à Paris, de 69° 51′; en 1810, de 68° 51′, en 1817, de 68° 38′, et en 1823 de 68° 8′ 5″. J. H.

Biot (1), l'équateur magnétique forme aujourd'hui avec l'équateur terrestre un angle de 10 degrés 58 minutes 56 secondes; son nœud occidental, sur l'équateur terrestre, est à 120 degrés 2 minutes 2 secondes à l'occident de Paris, c'est-à-dire près des îles Gallapagos, dans la mer du Sud, d'où il suit que son nœud oriental est à 59 degrés 57 minutes 55 secondes à l'orient de Paris, dans la mer des Indes. L'équateur magnétique descend au sud de l'équateur terrestre dans l'océan Ethiopien, et s'élève au nord dans le Grand-Océan. Ainsi, un hémisphère boréal, projeté sur l'équateur magnétique, présenterait encore un plus grand excès de terres sur l'hémisphère aquatique opposé, que n'en présente déjà un hémisphère boréal projeté sur l'équateur terrestre, circonstance qui, jointe à la direction magnétique de plusieurs chaînes d'îles, nous fait pressentir le grand rôle qu'a dû jouer le magnétisme dans la formation du globe.

Nous avons appris à connaître tous les fluides atmosphériques; nous allons considérer les mouvemens qui agitent tout cet océan de gaz et de vapeurs.

(1) Mémoires de *Humboldt* et *Biot*, sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. *Journal de physique*, frimaire an XIII, p. 244 *sqq*.

LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Mouvemens propres de l'Atmosphère, ou des Vents.

L'Atmosphère éprouve des mouvemens qui en déplacent les particules dans différens sens, et qui, tous ensemble, dépendent d'une cause unique; savoir: de l'équilibre rompu, dont le rétablissement a nécessairement lieu selon les lois communes à tous les fluides. Un changement dans la température d'une colonne d'air, la transformation d'une partie des gaz atmosphériques en eau, leur congélation, en un mot, tout ce qui cause un vide, une condensation, une dilatation, et qui, par conséquent, rompt l'équilibre entre diverses parties de l'atmosphère, y produit nécessairement le déplacement rapide d'une masse d'air, un *vent* plus ou moins violent (1).

Le degré de vélocité des vents étant la circonstance qui frappe le plus les sens, il en résulte plusieurs dénominations arbitraires, dont voici les principales :

Zéphyr		qui parcourt par seconde	5	à	00 pieds.
Vent doux, ou *modéré*		*Id.*...	10	à	16
—*fort* ou grand vent		*Id.*...	16	à	24
—*impétueux* ou coup de vent		*Id.*...	24	à	35
Tempête	*petite*	*Id.*...	35	à	40
	moyenne	*Id.*...	40	à	50
	forte	*Id.*...	50	à	60
Ouragan	européen	*Id.*...	60	à	100
	américain	*Id.*...	100	à	300

(1) On comprend encore parmi les causes qui produisent les vents, le mouvement de rotation de la terre, les marées et les grands courans d'eau, l'état hygrométrique ou électrique de l'air, l'action de la lune et celle du soleil, et les phénomènes volcaniques. J. H.

On ne désigne pas la direction des vents comme celle des courans maritimes, par le point du compas, où ils tendent, mais par celui d'où ils viennent : ainsi un *vent de nord* est directement opposé à un *courant nord.*

Nous distinguons sous le rapport de la durée, les vents *constans* des vents *variables*, et sous le rapport de l'étendue, les vents *généraux* des *partiels.*

Il y a deux mouvemens généraux et constans dans l'atmosphère : l'un règne dans la zone torride et porte l'air, relativement à la terre, à l'occident, dans un sens conforme à celui du mouvement général des mers; l'autre, qui se fait surtout sentir dans les zones tempérées, et qui amène l'air polaire vers l'équateur : ce dernier mouvement produit donc deux courans ou effluves polaires, semblables à ceux que nous avons déjà observés dans les mers.

Considérons d'abord le mouvement équatorial de l'atmosphère, qui produit les *vents alizés* ou le vent constant d'est, qui souffle dans la zone torride. Ces vents ont probablement pour cause première, la dilatation qu'éprouve l'air par l'action de la chaleur; car il est évident que la chaleur du soleil (que nous supposons dans le plan de l'équateur) raréfie les colonnes d'air et les élève au-dessus de leur niveau; d'où il résulte qu'elles doivent, nécessairement, ou se dissiper dans les espaces célestes, ou retomber par leur poids et se porter vers les pôles, dans les parties supérieures de l'atmosphère. Mais dans le même temps, il doit survenir un nouvel air frais, qui, arrivant des régions polaires, vient remplacer celui qui a été raréfié à l'équateur. Il se formera deux courans d'air opposés, l'un, dans la partie inférieure, l'autre dans la partie supérieure de l'atmosphère. Or, la vitesse réelle dont chaque molécule d'air est animée, due à la rotation de la terre, doit être d'autant plus petite, qu'elle est plus près des pôles : d'où il résulte que l'air circompolaire, en s'avançant vers l'équateur, et

en conservant, pendant un espace de temps, sa vitesse primitive, doit tourner avec plus de lenteur que les parties correspondantes de la terre; les corps, situés à la surface de la terre, doivent donc le choquer avec l'excès de leur vitesse, et en éprouver, par sa réaction, une résistance opposée à leur mouvement de rotation. Ainsi, pour l'observateur qui se croit en repos, l'air paraît se mouvoir dans un sens directement contraire à celui de la rotation du globe, c'est-à-dire, d'orient en occident.

Les différentes positions du soleil dans les diverses saisons produiront, dans ces mouvemens de l'atmosphère, des modifications dont nous indiquerons la marche générale. Lorsque le soleil passe du côté du pôle boréal, en avril, mai et juin, l'atmosphère de cet hémisphère est dilatée proportionnellement depuis l'équateur jusqu'au pôle. Cet air s'élèvera donc, et le vide causé par sa raréfaction dans les couches inférieures, sera rempli par un courant polaire. On aura dans cette saison un vent du nord; mais ce vent du nord, à une certaine latitude, par exemple, à 30 degrés, rencontrera le vent général d'est; s'il le rencontre sous un angle droit, il se fera un mouvement composé, et on aura le vent de nord-ouest. Le soleil, arrivé au solstice d'été, échauffera plus ou moins toutes les parties de l'hémisphère boréal, et cette chaleur s'y soutiendra quelque temps : c'est pourquoi il nous viendra moins de vents du nord en juillet et en août. Mais l'astre du jour rétrograde; l'air polaire se refroidit et se condense de nouveau; l'atmosphère équatoriale se dilate de plus en plus. Le vent général du nord recommencera donc en septembre et octobre. Ce vent augmentera de plus en plus, à mesure que le soleil s'éloignera de nous et s'approchera du solstice d'hiver. Il y aura un terme où la condensation de l'air au nord de l'équateur et la dilatation de celui de l'hémisphère austral s'arrêteront : alors il règnera dans toute l'atmosphère

un équilibre plus ou moins parfait; ce sont les jours alcyoniens.

Ces mêmes phénomènes, dans le sens inverse, doivent avoir lieu dans l'hémisphère austral. Il régnerait donc sur tout le globe des vents équatoriaux et des vents polaires réguliers, si ces mouvemens généraux n'étaient pas contrariés et détournés par une infinité de causes. N'avons-nous pas vu que des variations semblables influent sur les courans aquatiques? Or, l'atmosphère étant un fluide infiniment plus subtil, et en même temps moins homogène que l'eau, il n'est point étonnant qu'elle soit plus sensible à la moindre impulsion, et plus sujette à des changemens inattendus.

Les inégalités de la surface terrestre, et la diversité des sols, influent certainement beaucoup sur la constitution de l'atmosphère. Là s'élèvent des montagnes couvertes de neiges éternelles; l'air ne peut donc y éprouver la même dilatation que dans les vallées : ici s'étendent des sables brûlans ou des forêts, des marais, des savannes qui exhalent divers gaz inflammables : ailleurs ce sont de grands bassins d'eau, entourés et coupés irrégulièrement par les terres. Il y aura donc dans l'air des condensations et des dilatations relatives et partielles : c'est ce qui produit les *brises* de mer, de terre, et les *brises* de montagnes. Ces changemens se feront différemment en été et en hiver, le jour et la nuit. Il y aura donc des brises de matin et de soir; ce sont ces *auræ matinales*, ces zéphyrs, dont l'haleine rafraîchissante nous ranime dans la saison chaude.

Ces brises alternatives se font sentir, même à des latitudes très-élevées, comme, par exemple, à Bergen en Norvége. Les îles de la mer du Sud, nonobstant leur petite circonférence, attirent pendant le jour tellement vers elles le vent général d'est, qu'il les embrasse, pour ainsi dire, de toutes parts, et souffle de tous les points du com-

pas vers le sommet central de l'île. La nuit venue, l'air reflue de ce centre vers la mer dans toutes les directions. Cette belle observation de *Forster* jette un grand jour sur la théorie des vents.

Enfin, les chaînes des montagnes peuvent arrêter les vents dans la partie inférieure de l'atmosphère, ou les détourner de leur marche directe, quelquefois leur donner plus d'impétuosité, comme les courans de mer acquièrent plus de force dans les détroits et auprès des promontoires. Ces mouvemens violens de l'air arrêté par un obstacle, ont surtout rendu fameux le cap des Tempêtes, le cap Horn, le cap de Bonne-Espérance, et le cap Sud de la terre de Diemen, ainsi que le détroit de Bab-el-Mandeb en Arabie, la *Bouche-du-Dragon* en Amérique, sans en nommer d'autres.

Les exhalaisons du sol communiquent aux vents leur nature particulière. Ainsi le *sammoum*, ou *samieli*, en Arabie, porte beaucoup de gaz nitreux; le *harmattan*, en Guinée, beaucoup d'oxigène; le *khamsin*, ou *chamsan*, en Egypte, beaucoup d'azote.

Les positions de la lune peuvent influer sur les vents, en produisant dans l'atmosphère une espèce de flux et reflux : mais nous ne croyons nullement que ce soit l'action immédiate de l'attraction lunaire qui excite ces oscillations : cette action immédiate, dans un fluide aussi subtil, est extrêmement passagère, et à peu près nulle, quant à l'effet; c'est plutôt l'Océan qui réagit sur l'atmosphère. En général, les mouvemens de la mer doivent influer beaucoup sur ceux de l'air. C'est du sein de la mer que se développent, en grande partie, les principes constituans de l'air atmosphérique : ces parties auront donc une vitesse proportionnée à celle des particules aquatiques dont elles viennent de se dégager.

Les nuages, en interceptant ou en condensant les rayons du soleil; la pluie ordinaire, par son action refroidissante; la végétation, en absorbant beaucoup d'air; la

décomposition des matières animales et végétales, peuvent contribuer à la formation des vents locaux.

Les *ouragans* sont probablement d'origine électrique. Au moment où l'étincelle électrique combine le gaz hydrogène avec le gaz oxigène pour produire la pluie d'orage, il se fait probablement une combustion d'une assez considérable quantité de gaz hydrogène; ce qui fait une chute subite de pluie ou de grêle : donc il y aura un vide très-grand, dans lequel l'air ambiant se précipitera avec une étonnante rapidité, et quelquefois selon les directions les plus opposées.

Les Antilles, les îles de France et de Bourbon, le royaume de Siam et la Chine, sont les pays où les ouragans exercent le plus souvent leurs ravages. Les ouragans de l'Europe ne sont nullement comparables à ceux des pays plus méridionaux, et généralement parlant, ce sont plus souvent des *tournans d'air* occasionés par la rencontre de deux vents contraires. Dans un véritable ouragan, tous les élémens semblent s'armer et se liguer pour la destruction de la nature. Les foudres se croisent, le tonnerre mugit sans interruption, la pluie se précipite par torrens. La vélocité du vent surpasse de beaucoup celle d'un boulet de canon et celle de la poudre renfermée; il balaie tout, moissons, vignes, cannes à sucre, forêts et maisons; on dirait qu'on a rasé le terrain par où il a passé. Il commence de diverses manières : quelquefois c'est un petit nuage noir qui se montre sur le sommet d'une montagne; dans le même instant où il semble s'asseoir sur la montagne, il en descend les côtes, roule, s'étend et couvre tout l'horizon; d'autres fois, l'orage s'avance sous la forme d'une nuée couleur de feu, qui se montre subitement sur un ciel calme et serein (1).

(1) *Voigt*, Magasin de physique, VII, 36-40 (en allemand). Comp. Encyclopédie méthodique, Marine, tom. III, partie 2e, p. 813 *sqq*.

La *trombe* ou le *siphon* est un phénomène non moins dangereux. On en distingue de terrestres et de maritimes; il vaudrait mieux les diviser en *trombes d'air* et *trombes d'eau*. Cette dernière se présente ordinairement de la manière que nous allons décrire. Au-dessous d'un nuage épais, la mer s'agite de mouvemens violens; les flots s'élancent avec rapidité vers le centre de la masse d'eau agitée; y étant arrivés, ils sont dispersés en vapeurs aqueuses, et s'élèvent en tourbillonnant, suivant une spirale, vers le nuage. Cette colonne conique et ascendante est rencontrée par une autre colonne descendante qui, du centre de la nue, se penche vers la précédente et s'y réunit. Souvent la colonne marine a 50 à 80 toises de diamètre près la base; mais toutes les deux elles s'amincissent vers le milieu, où est leur point de réunion; et là, elles n'ont que deux ou trois pieds de diamètre. Toute la colonne se présente comme un cylindre creux, ou comme un tube de verre vide à l'intérieur. Elle glisse sur la mer, sans qu'on s'aperçoive d'aucun vent; on en a vu plusieurs ensemble qui suivaient des directions différentes. Lorsque la nue et la base marine de la trombe ne se meuvent pas avec une vitesse égale, on voit la trombe se pencher, se courber même, et à la fin se déchirer. Alors on entend un bruit comme celui d'une cascade qui roulerait dans une vallée profonde. Souvent des foudres sortent du sein même de la trombe, surtout dans le moment où elle se brise; mais on n'entend pas le tonnerre. Les physiciens expliquent ce phénomène de la manière suivante. Deux vents se rencontrent; il existe un tourbillon; un nuage qui se trouve entre ces deux vents, est condensé en forme conique, et tourne circulairement avec rapidité. Cette rotation anime toutes les particules de la nue d'un mouvement centrifuge; elle se précipite vers les parois extérieures; il existe un vide dans l'intérieur, autour de l'axe du cône. L'eau, et tout autre corps qui se

trouve au-dessous de ce vide, y est entraîné par l'effet de la pesanteur qui cherche à se mettre en équilibre.

Après avoir considéré les causes générales des vents, et celles qui en modifient les effets, suivons maintenant la trace de ceux d'entre ces mouvemens atmosphériques, qui, par leur régularité et leur généralité, intéressent le plus la géographie.

Dans l'océan Atlantique, le vent général d'est, nommé vent alizé, règne, selon que le soleil est dans l'un ou dans l'autre hémisphère, jusqu'à 28 ou jusqu'à 32 degrés. Sur les côtes nord-est de l'Amérique, ce vent s'étend jusqu'à 40 degrés. On voit déjà, par cet exemple, que les courans atmosphériques, comme ceux de la mer, s'élargissent toujours à mesure qu'ils s'avancent; d'un autre côté, les vents d'est, comme le mouvement des mers à l'ouest, ne peuvent commencer à se faire sentir vigoureusement qu'à une certaine distance du continent oriental, c'est-à-dire de leur point de départ. La même circonstance a lieu dans l'océan Ethiopien, où le vent d'est s'étend également de quelques degrés de plus aux côtes du Brésil, que près le cap de Bonne-Espérance. Ces vents d'est, recevant toujours le choc des deux courans atmosphériques polaires, sous un angle plus ou moins droit, se changent en *nord-est* dans l'hémisphère boréal, et en sud-est dans l'hémisphère austral. Mais à mesure qu'on s'approche des côtes d'Amérique, le vent général d'est prend de la force, surmonte l'effet des courans polaires, et suit plus ou moins sa direction propre, savoir, de l'est à l'ouest.

Il règne sur les côtes de la Guinée, surtout depuis Sierra-Léone jusqu'à l'île de Saint-Etienne, sur une étendue de cinq cents lieues de côtes, des vents de sud et de sud-ouest. Il tourne d'autant plus au sud-ouest et à l'ouest, qu'on se rapproche de la terre. Lorsqu'on ajoute à cette circonstance le fait constant qu'il règne quelquefois dans la

Guinée un vent d'est d'une extrême violence, il est permis de regarder ces deux mouvemens comme ayant une liaison directe; les vents de sud et de sud-ouest ne seront que des effluves partiels du vent alizé général, qui sont attirés sur le vaste continent de l'Afrique, où l'air est prodigieusement raréfié par l'action des rayons solaires répercutés par des sables brûlans. Mais comme cependant le vent général d'est doit quelquefois se faire sentir dans l'intérieur de ce continent, il arrive que cette grande masse d'air accumulée et condensée sur le plateau central de l'Afrique, fait de temps en temps des sorties violentes.

Sur les confins des deux vents alizés de l'Océan occidental, entre les 4e et 10e degrés de latitude nord, et les 330e et 365e degrés de longitude (de l'île de Fer), il y a un trajet de mer où les navigateurs éprouvent des calmes perpétuels, accompagnés d'une chaleur suffocante, de coups de tonnerre et d'éclairs terribles; enfin des pluies si fréquentes et si abondantes, que l'on a appelé ces parages la *mer de Pluie*. Les petits vents qui s'y rencontrent ne sont que des bouffées subites de peu de durée, et qui s'étendent très-peu; de sorte que quelquefois chaque heure donne un vent différent, qui dégénère en calme avant qu'un autre ne lui succède.

Les calmes règnent également sur les limites du vent alizé et des vents variables; mais ils y sont bientôt détruits par des coups de vent et par des *travades* ou *tornados*.

C'est après avoir observé cet état habituel de l'atmosphère, qu'on a pu fixer des règles certaines pour la navigation en Amérique. On cherche toujours à gagner le sud et les latitudes voisines du tropique, parce que là on est sûr de trouver un vent frais d'est ou de nord-est qui, joint aux courans, vous pousse rapidement vers l'Amérique. Pour revenir en Europe, on cherche à gagner au moins les 30 degrés de latitude, parce que c'est là où les vents

commencent à devenir variables; ils sont cependant le plus souvent au sud-ouest.

Dans le *Grand-Océan* ou la mer Pacifique, nous retrouvons le mouvement général de l'atmosphère de l'orient en occident, modifié par les deux courans polaires. La vaste étendue de cette mer permet à l'atmosphère de développer régulièrement ses mouvemens naturels. Les vents alizés de nord-est et de sud-est sont si constans et si forts dans cette mer, que s'il y avait un détroit à la place de l'isthme de Panama, on irait beaucoup plus vite à la Chine par l'ouest que par l'est. Ces mouvemens partent de l'Amérique et de la chaîne des Andes; ils sont donc plus faibles et ont moins d'étendue sur les côtes de l'Amérique, où ils ne commencent que vers les tropiques et même en dedans de ces cercles. Sur les côtes opposées de l'Asie et des terres Australes, ils s'étendent jusques au quarantième parallèle. Les Espagnols, pour aller d'Acapulco aux Philippines, ne font que de se laisser entraîner par les vents et les courans, qui les poussent en ligne droite et en fort peu de temps au lieu de leur destination; voilà pourquoi, en naviguant pendant si long-temps sur cet Océan, ils n'ont découvert que très-peu de ces terres australes, dont ils n'étaient cependant pas très-éloignés. Pour retourner au Mexique, ils remontent jusqu'au Japon, d'où ils se dirigent sur les côtes nord-ouest de la Californie. C'est à la faiblesse du courant polaire boréal, tant aérien qu'aquatique, qu'il faut attribuer cette grande étendue des vents alizés; comme c'est la force supérieure des courans polaires du sud, qui fait régner les vents du sud le long des côtes du Pérou.

Ce n'est que dans l'*océan Indien* que les fameuses *moussons* ou vents de semestre semblent détruire l'uniformité du mouvement général de l'atmosphère, quoique sans doute ils y pourraient être ramenés, si l'on connaissait toutes les circonstances qui y influent. Voici d'abord les

faits. Depuis le 10e degré de latitude sud, jusqu'au tropique du Capricorne, et au-delà, le vent général alizé d'est ou de sud-est règne sur l'océan Indien. Il s'étend quelquefois en été jusqu'aux 2e et 3e degrés de latitude sud. Passé le 10e degré commencent les *moussons* (1) ou les vents périodiques de six mois. Au nord de l'équateur il règne, depuis avril jusqu'en octobre, un violent vent de *sud-ouest*, accompagné de tempêtes, d'orages et de pluies; dans les autres six mois il souffle, de *nord-est*, un vent doux et agréable. Entre le 2e et le 12e parallèles de latitude, les vents soufflent généralement, dans le semestre hivernal, de *nord-ouest;* et dans l'été, de *sud-ouest* (2).

Ainsi, dans l'hiver, la constitution atmosphérique offre ces élémens principaux : vents de nord-est, au nord de la ligne; vents de nord-ouest, au sud de la ligne jusqu'au 10e parallèle; enfin, vent alizé d'est et de sud-est. Dans l'été, les phénomènes sont moins contradictoires : vents de sud-ouest, depuis le 10e parallèle jusqu'aux extrémités septentrionales; vents alizés, au sud du 10e parallèle.

Ces dispositions générales subissent des variations déterminées par la configuration et l'élévation des côtes, par les détroits et les courans de mer. Les deux moussons de nord-est et de sud-ouest sont plus faibles, plus variables dans le golfe du Bengale, et plus constantes, plus violentes dans le golfe d'Arabie. Ces deux moussons s'étendent également plus en largeur vers l'ouest, car elles dominent sur tout le trajet de mer qui est entre l'Afrique et l'île de Madagascar. Dans les parages entre la Chine, le royaume de Siam, Sumatra et l'équateur, ces moussons se font également sentir; mais elles y sont presque tout-à-fait *nord* et *sud*, sauf les variations locales; elles s'étendent jusqu'aux îles Philip-

(1) D'un mot malai, *moussin*, c'est-à-dire saison.

(2) *Moores Practical navigation*, 12e édition. Londres, 1796, pag. 124 et suivantes.

pines, et même quoique avec beaucoup d'inconstance, jusqu'à celles du Japon. Les moussons entre l'équateur, l'île de Java et la Nouvelle-Guinée, sont à peu près conformes à celles de la mer de la Chine, pour la direction qui varie seulement un peu vers le nord-ouest pour la mousson de nord, et vers sud-est pour celle de sud. Mais ces moussons ne commencent que six semaines après celles des mers de la Chine.

Voici encore d'autres circonstances remarquables. Les moussons ne changent, ou, dans l'idiome des navigateurs, ne se brisent pas subitement; ce brisement qui a ordinairement lieu quinze jours ou quatre semaines *après les équinoxes*, s'annonce par l'affaiblissement de la mousson, par des calmes et des coups de vent qui se succèdent rapidement, par des orages, des trombes, des travades et des ouragans indiens, nommés *taïfouns*, terribles surtout par les explosions de la matière électrique accumulée par la mousson. Les commencemens de la mousson subséquente sont d'abord soumis à des variations, jusqu'à ce qu'elle établisse enfin sa domination absolue.

Les navigateurs assurent qu'au sortir de la région où domine une mousson, on est sûr, toutes autres circonstances à part, de trouver un vent très-fort, très-impétueux, et directement contraire à la mousson. Ils doivent avoir observé ce phénomène avec beaucoup de soin, puisqu'il en résulte pour eux de grands dangers, par les calmes et les tournans d'air. Ceci ne peut guère s'expliquer qu'en supposant, avec *Halley*, l'existence de deux courans, l'un supérieur formé par l'air chaud et raréfié, et l'autre inférieur, composé de la colonne d'air froide et condensée. Cette hypothèse devient presque une vérité constatée, par l'observation du peu d'élévation qu'ont les moussons; ce dont on voit la preuve évidente dans la presqu'île en-deçà du Gange, où les moussons sont arrêtées pendant plusieurs

mois par la chaîne des monts Ghattes, laquelle cependant n'est pas prodigieusement haute; de sorte que la côte de Coromandel et celle de Malabar ont toujours leurs saisons sèches et pluvieuses dans les temps opposés de l'année.

D'après l'exposé précédent, c'est la seule *mousson de sud-ouest* qui offre un phénomène décidément contraire au mouvement général de l'atmosphère; car la mousson de nord-est y est conforme; et les vents de nord-ouest, au sud de la ligne, paraissent ne pas être parfaitement constans, et pourraient ne provenir que d'un mouvement composé, ou d'un courant d'air supérieur. Quelle est l'origine de ce vent semestral qui, pendant l'été, souffle de sud et de sud-ouest sur tout l'océan Indien? Cette question a exercé la sagacité des géographes-physiciens (1). Voici l'explication dont *Halley* a posé les bases, et qui nous a paru la plus probable.

Les moussons changent toujours quelque temps après les équinoxes; elles soufflent constamment vers l'hémisphère où est le soleil. Donc l'action de cet astre sur l'atmosphère en est visiblement une des causes. Lorsque ses rayons réfléchis des monts du Tibet, brûlent les plaines du Bengale et les vallées du royaume de Siam, en y raréfiant et dissipant l'atmosphère, l'air froid des régions du sud polaire y est violemment attiré. L'action du soleil est secondée par le courant aquatique, qui, des mers polaires australes, vient dominer dans celle des Indes. Ce courant doit apporter une colonne de vapeurs qui se dégagent continuellement à sa surface. Ajoutons-y l'absence d'un courant aquatique du nord; l'on peut même croire que les montagnes du Tibet, et les chaînes de l'Asie centrale, conservent et arrêtent l'air froid qui pourrait se porter de la Sibérie vers l'Inde.

(1) *Deluc*, Modifications de l'atmosphère, n° 730. *Musschenbroek*, Essai de physique, II, 879.

Mais, pourquoi ce vent polaire ne règne-t-il point au sud de l'équateur? Par la même raison qui y rend peu sensible le courant polaire aquatique. Le mouvement général de l'Océan, n'étant ici arrêté par aucun obstacle, a trop de force pour être modifié par le courant polaire. La même chose arrive dans l'atmosphère toujours intimement unie à l'Océan, qui sans cesse la modifie et l'alimente. Mais à mesure qu'on laisse la Nouvelle-Hollande entre soi et l'océan Pacifique, il est évident que le mouvement général de la mer des Indes est abandonné à ses propres forces, et ces forces sont bientôt vaincues par le courant polaire qui, long-temps détourné ou plutôt caché par le mouvement général des mers, reparaît dans toute son énergie. La colonne d'eau polaire remplit alors l'atmosphère des particules froides, qui, par leur pesanteur, déterminent toute la masse de l'atmosphère à se porter vers l'équateur avec plus de force et plus directement qu'elle n'aurait fait sans cela. Au reste, il pourrait aussi y avoir des courans supérieurs dans l'atmosphère, qui descendissent vers la terre aux limites où commencent les moussons.

Du côté de l'ouest, les montagnes de Lupata, en Afrique, et celles de Madagascar, peuvent et doivent même concourir à fournir l'air nébuleux et orageux pour la mousson du sud-ouest, qui, pour cette raison, commence de ce côté déjà dans le canal de Mozambique. Peut-être des montagnes dans l'intérieur de la Nouvelle-Hollande, exercent du côté d'est une influence semblable.

Le soleil passant dans l'hémisphère austral, la mousson change de direction; la masse d'air, concentrée pendant l'été sur le plateau central de l'Asie, s'ébranle en se portant vers les régions au sud de l'équateur, où l'atmosphère a été dilatée et dissipée par la chaleur solaire. Cette mousson vient de nord-est pour la plus grande partie de la mer des Indes, parce qu'elle a le plateau central au nord-est. La

mer de la Chine et les parages de Bornéo, de la Nouvelle-Guinée, de Java, ayant le centre de l'Asie au nord et au nord-ouest, la mousson leur arrive de ces points du compas. Elle leur vient dans une progression lente, à cause de nombreuses îles dont les montagnes élevées l'arrêtent et la détournent. La mousson nord-est est douce et agréable, parce que la masse d'air, concentrée sur le plateau central de l'Asie, pendant l'été, avait originairement passé par la zone torride, et était ensuite restée exposée à l'action du soleil, vers les temps du solstice : ce qui lui a enlevé le froid et la nébulosité, qu'autrement elle aurait pu acquérir par le contact avec l'atmosphère sibérienne. Il paraît possible que cette mousson de nord-est rencontre, vers le 2e ou 3e degré de latitude sud, un reste de la mousson précédente; ce reste est peut-être entretenu par les montagnes de l'Afrique, de Madagascar et de la Nouvelle-Hollande; car l'air froid de ces montagnes n'est pas sollicité de se porter vers le pôle du sud, et n'a donc aucun autre débouché que celui vers l'équateur. Il s'ensuivrait de ce choc direct, de la nouvelle et de l'ancienne mousson, un mouvement composé, qui produirait ces vents de nord-ouest très-communs entre l'équateur et le dixième parallèle austral, pendant tout le temps que dure la mousson de nord-est.

L'une et l'autre mousson sont plus fortes dans le golfe Arabique, parce que cette masse d'eau très-resserrée, et peu profonde, n'a d'elle-même que des courans superficiels qui ne peuvent résister à l'action des vents.

C'est ainsi que toutes les irrégularités que présentent les vents affectés à un lieu ou à une région du globe, ne sont que les effets combinés des courans aériens généraux, des brises partielles, du mouvement apparent du soleil et de l'exposition des montagnes.

Le lecteur qui nous a suivis dans ces détails arides, mais indispensables, voudrait peut-être qu'on le récom-

pensât en lui retraçant le tableau des effets utiles ou agréables de tous ces vents, dont nous venons d'indiquer les routes. Devons-nous nous arrêter à redire des choses si connues? Les vents, on le sait, purifient l'atmosphère, en y entretenant une agitation perpétuelle; ils dissipent les miasmes qu'exhalent les marais et les eaux stagnantes; ils soulèvent et transportent les nuages destinés à fertiliser la terre au moyen de la pluie. Des millions de graines végétales, pourvues de petites aigrettes, voltigent sur l'aile des vents, et répandent au loin l'empire de la végétation. L'homme a su se faire du vent un lévier, qui, appliqué aux moulins, nous épargne un travail immense. Si l'Océan est le grand chemin du globe, les vents sont les infatigables coursiers qui portent rapidement nos vaisseaux d'un pôle à l'autre. En ne considérant les vents que sous les rapports pittoresques, combien de jouissances ne procurent-ils pas à celui qui aime le grand spectacle de la nature, surtout aux habitans des montagnes! Tantôt les vents étendent sur toutes les vallées un rideau de nuages, qui laisse apercevoir les sommets des Alpes lointaines comme autant d'îles disséminées dans un océan; tantôt déchirant en partie ce rideau, ils nous ouvrent tout à coup les perspectives les plus étonnantes, où les jours les plus vifs forment un heureux contraste avec les ombres voisines. C'est aux coups de vent que le peintre et le voyageur doivent les vues les plus singulières qui peuvent s'offrir à leurs regards. Dans les soirées d'été, et surtout d'automne, ce sont les vents qui, en accumulant et modelant de longues traînées de nuages, créent et détruisent devant nos yeux ces paysages fugitifs, ces montagnes aériennes que colorent les feux du soleil couchant.

L'atmosphère éprouve encore diverses modifications, relatives à sa température locale ou au *climat physique*; ces modifications vont faire le sujet du Livre suivant.

LIVRE QUARANTE-TROISIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Température locale de l'Atmosphère ou des Climats physiques.

Aucune partie de la géographie physique n'a été plus généralement livrée à l'empire de la routine et des préjugés que celle où l'on traite des causes des climats physiques. On a long-temps considéré le soleil comme la source unique de la température que nous éprouvons dans les diverses régions de la terre; les influences qu'on accordait aux vents n'ont été déterminées qu'après quelques observations locales faites par Hippocrate, en Grèce ou dans les contrées voisines. Pour que cette partie de la physique terrestre ait pu être approfondie, il a fallu que des nations civilisées non seulement eussent envoyé des voyageurs près des pôles et sous l'équateur, mais encore qu'elles y eussent formé des établissemens stables. C'est en réunissant sous des points de vue généraux les résultats des observations locales, réservées pour nos descriptions spéciales, que nous essaierons de tracer ici une esquisse de *climatologie*, conforme à l'état actuel des sciences.

Le climat physique comprend la chaleur, le froid, la sécheresse, l'humidité et la salubrité dont jouit un endroit quelconque sur le globe.

Les causes du climat physique sont au nombre de *neuf*; les voici : 1° l'action du soleil sur l'atmosphère; 2° la température intérieure du globe; 3° l'élévation du terrain au-dessus du niveau de l'Océan; 4° la pente générale du terrain et ses expositions locales; 5° la position de ses montagnes relativement aux points cardinaux;

6° le voisinage des grandes mers et leur situation relative; 7° la nature géologique du sol; 8° le degré de culture et de population auquel un pays est parvenu; 9° les vents qui y règnent.

L'air ne paraît pas acquérir, immédiatement par le passage des rayons solaires, un degré considérable de chaleur. C'est ce que prouve le refroidissement successif des différentes couches d'air observé sur toutes les montagnes. La distinction entre le *calorique libre* qui échauffe les molécules, et le *calorique latent* qui seulement les dilate (1), nous fait concevoir que l'air supérieur, plus dégagé des vapeurs et moins comprimé, doit laisser passer plus librement les rayons calorifiques; qu'au contraire, plus l'air est condensé, plus les rayons seront arrêtés, repoussés et réfléchis en plusieurs sens; le choc des deux fluides sera plus vif; et c'est probablement d'un choc semblable que provient le dégagement du calorique latent, principale cause de la chaleur sensible de notre atmosphère.

Mais ce qui surtout contribue à échauffer l'air inférieur, c'est la réflexion des rayons qui viennent se heurter contre la terre, et qui, renvoyés vers l'atmosphère, s'y arrêtent dans la partie inférieure, emprisonnés pour ainsi dire au milieu des vapeurs aqueuses dont elle est chargée. Cette réflexion accumule nécessairement le calorique dans certaines régions voisines de la surface terrestre. Nous ne pouvons exposer ici la théorie du calorique considéré comme un corps rayonnant, théorie récemment développée (2); mais il suffit à notre but d'observer cette chaleur extraordinaire qui souvent règne entre deux côtes de la même montagne, tandis que la plaine voisine n'est que médiocrement échauffée.

(1) *Laplace* et *Lavoisier*, Mémoire sur le calorique latent, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1780, pag. 388.

(2) *Prevost*, Théorie du calorique rayonnant. Genève, 1809.

Le degré de la chaleur solaire immédiate est déterminé par quatre causes (1). La première est la distance du soleil à la terre; si l'on prend la distance moyenne égale à 10,000, celle qui a lieu au solstice d'été se trouve égale à 10,166, et celle du solstice d'hiver égale à 9,833 : le rapport est à peu près comme 30 à 29. La quantité des rayons tombant sur le même plan, étant comme les carrés des distances, leurs rapports seront comme 841 à 900, ou comme 1 à 1 $\frac{1}{14}$. Ainsi la quantité des rayons solaires que le globe reçoit en général, en hiver, est plus grande que celle qu'il en reçoit en été. La seconde cause que nous avons à considérer, est la direction plus ou moins oblique dans laquelle les rayons frappent la terre; ce qui dépend de la hauteur du soleil dans l'écliptique. Plus le rayon tombe directement, plus il a de force, et en même temps il en tombe plus sur une étendue donnée. Fatio, en considérant la perpendicularité des rayons qui leur donne une plus grande force, estime que, toute autre cause à part, la chaleur de l'été à celle de l'hiver devait être comme 9 à 1. Mais ces calculs supposent la surface de la terre exactement sphérique, sans la moindre pente locale. La troisième circonstance à considérer, est la durée du jour ou la longueur de l'arc semi-diurne que le soleil décrit. La continuité augmente l'effet, et les courtes nuits ne laissent évaporer qu'une petite quantité de la chaleur acquise. Enfin, la quatrième cause qui modifie la chaleur solaire, est la réfraction que doivent éprouver les rayons en passant par plus ou moins de couches d'atmosphère. *Bouguer* a calculé que sur 10,000 rayons, il en parvient à un point donné 8,123, s'ils arrivent perpendiculairement; 7,624, si l'angle de direction est de 50 degrés; 2,031, s'il est de

(1) *Mairan*, Mémoires de l'Académie des sciences, 1719 et 1765. *Bouguer*, sur la gradation de la lumière. *Bergmann*, Géographie physique, § 140.

7 degrés; et seulement 5 si la direction est horizontale.

La chaleur solaire, distribuée d'après ces quatre principes, serait absolument différente de celle que nous éprouvons réellement. Au solstice d'été, on aura sous la ligne 20 degrés du thermomètre de Réaumur; à Paris, 36; sous le cercle polaire, 68; et sous le parallèle de 74 degrés de latitude, on éprouverait la chaleur épouvantable de 80 degrés de Réaumur; elle diminuerait ensuite vers les pôles. Au solstice d'hiver, le froid serait également distribué d'une manière tout-à-fait contraire à l'expérience. Ainsi, nous ne pouvons douter que l'action directe et immédiate des rayons du soleil ne détermine pas à elle seule les climats physiques (1).

Avec l'*élévation* du terrain le froid augmente dans une progression très-rapide. Il est superflu d'en citer des exemples. Qui ne sait pas que l'hiver règne encore sur les Alpes et les Pyrénées, quand les fleurs du printemps couvrent les plaines de la France septentrionale? Cette disposition bienfaisante de la nature étend considérablement le nombre des pays habitables dans la zone torride. Il est probable que derrière les plages brûlantes de la Guinée, il existe au centre de l'Afrique des contrées qui jouissent d'une température heureuse; comme on voit la vallée printanière de Quito, située sous la même latitude que ces funestes côtes de la Guyane française, où la chaleur humide entretient l'éternel germe des maladies. D'un autre côté, c'est l'élévation continuelle du terrain qui, dans l'Asie centrale, étend la région froide jusqu'au 35e parallèle de latitude, de sorte qu'en montant du Bengale au Tibet, on se croit en peu de jours transporté de l'équateur sous le pôle.

L'*exposition* générale doit être distinguée de l'exposition

(1) Les expériences qui attestent l'existence d'un feu central, tendent évidemment à prouver que son action doit influer sur les climats qui règnent à la surface de la terre. J. H.

locale. La France occidentale, par exemple, a l'exposition générale vers le coucher d'équinoxe; et cependant la vallée de l'Allier est exposée au nord; celle de la Mayenne au sud; celle de l'Oust, en Bretagne, au sud-est. Ainsi, la pente générale d'une grande contrée n'exclut aucune des pentes locales les plus opposées. Cependant on peut admettre, comme un principe général, que la somme positive de toutes les expositions locales, est dans le même sens que l'exposition générale. Ce principe ne peut s'appliquer qu'à de grandes étendues, comme, par exemple, au bassin total d'une rivière.

Tout le monde sait de quel effet, pour la température, est l'exposition d'un terrain relativement au soleil. Un coteau incliné de 45 degrés vers le midi, le soleil étant élevé de 45 degrés, reçoit les rayons solaires sous un angle direct, tandis que, sur une plaine, ces mêmes rayons frappent le sol sous un angle plus obtus de 45 degrés, c'est-à-dire avec un quart de moins d'énergie; et le coteau incliné au nord de 45 degrés seulement, sera frappé des rayons solaires sous un angle de 90 degrés, c'est-à-dire dans une direction qui le fait glisser le long de la surface. Si le terrain est encore plus incliné au nord, il ne recevra aucun rayon et restera constamment dans l'ombre. Ces différences déjà sensibles dans les pays de collines, deviennent énormes dans les contrées couvertes de hautes montagnes. C'est ainsi que dans le Valais on voit les Alpes d'un côté couvertes de glaces éternelles, tandis que les vignobles et les vergers ornent les coteaux opposés de tous les charmes de la fécondité.

Il y a encore une autre circonstance à observer. L'angle d'incidence des rayons solaires est bien déterminé, pour un moment donné du jour, par l'exposition d'un terrain; mais il varie aussi avec la marche diurne du sol. Le coteau qui le matin recevait les rayons solaires sous un angle

direct, les reçoit déjà plus obliquement à midi; et peut-être les rayons de l'après-midi ne feront-ils que glisser sur la surface de ce terrain. Il arrive précisément le contraire avec les coteaux exposés au couchant. Ceci a des conséquences très-remarquables que nous allons indiquer.

Toute *exposition occidentale* (depuis sud-ouest à nord-ouest) doit être plus chaude que l'exposition orientale correspondante, toutes autres choses étant égales; car les rayons du matin, qui frappent directement les coteaux exposés au levant, ont à combattre le froid qui s'y est rassemblé pendant la nuit. Lorsque l'atmosphère, dans l'après-midi, sera à son plus grand degré d'échauffement, le rayon solaire ne viendra plus concentrer cette masse de chaleur sur les terrains en exposition orientale; car il n'y tombera qu'obliquement. Au contraire, les coteaux qui penchent vers le couchant se sont déjà pourvus de chaleur pendant toute la matinée; et lorsque le rayon solaire viendra les frapper directement, en y rassemblant tout le calorique de l'atmosphère, il n'y trouvera aucun obstacle; toutes choses au contraire seront disposées en faveur de son action.

Sans nous arrêter à des explications plus détaillées, remarquons seulement qu'en vertu de ce principe, les expositions *sud-sud-ouest* et *sud-ouest* sont les plus chaudes de toutes, tandis que, par contre-coup, celles *nord-est* sont les plus froides. On entend bien qu'il n'est question ici que de l'*hémisphère boréal*, et qu'on fait toujours abstraction d'une foule de circonstances locales et temporaires.

Comme un froid modéré est très-favorable à la santé, et que d'ailleurs, sous la latitude de la Grèce, le degré ordinaire du froid le peut faire regarder plutôt comme rafraîchissant que comme désagréable, il est évident que l'immortel *Hippocrate* avait raison de recommander les

expositions orientales, sous le rapport de la salubrité (1). Mais n'est-il pas contraire au bon sens de vouloir appliquer ce même principe aux climats plus voisins du pôle, où l'on craint le froid, et où la chaleur, généralement plus modérée, n'amène avec elle aucune de ces maladies épidémiques dont parle Hippocrate? Il y a tant de circonstances qui concourent à rendre un climat salubre ou malsain, agréable ou rude, qu'il serait très-imprudent de vouloir caractériser les climats *uniquement* d'après les expositions générales ou locales.

Si l'on ne considérait les expositions que par elles-mêmes, en faisant abstraction des autres circonstances, on pourrait, avec Hippocrate, comparer celles orientales au printemps; celles du midi, à l'été; celles de l'occident, à l'automne; celles du nord, à l'hiver : car il est vrai que la constitution la plus commune des climats sous ces expositions, répond à celles des saisons auxquelles on les rapporte. Cependant une comparaison plus exacte et plus significative, serait celle avec les *points du jour*. Le plus grand froid se fait sentir au grand matin; ce point correspond à l'exposition nord-est, qui est la plus froide; la chaleur augmente jusqu'à trois heures après midi; de même les expositions deviennent toujours plus favorables à la chaleur, jusques à celle de sud-ouest; viennent ensuite le soir et minuit, points correspondans aux expositions occidentales et boréales.

En examinant les climats particuliers à chaque pays (dans les volumes suivans de cette *Géographie*), on verra ces observations générales confirmées par un grand nombre d'exemples.

La *position des montagnes* n'est pas toujours essentiellement liée aux pentes du terrain, puisqu'il y a des plateaux montagneux qui (à la vérité dans une petite partie

(1) *Hippocrate*, Traité des airs, des eaux et des lieux.

de leur étendue) n'ont aucune pente générale, comme dans la Mongolie, dans le Tibet; et que, d'autre part, on trouve des pays qui se penchent de plusieurs côtés, sans que leur partie la plus élevée soit garnie de véritables montagnes, comme, par exemple, le centre de la Russie d'Europe.

Les montagnes agissent sur les climats de deux manières: elles attirent les vapeurs suspendues dans l'air; ces vapeurs, en se condensant, produisent les nuages, les brouillards, qui ordinairement dérobent à notre vue les cimes des montagnes. Souvent aussi ces assemblages de matières aqueuses que les vents poussent çà et là, sont arrêtés dans leur marche vagabonde par les chaînes de montagnes, où ils s'accumulent dans les hautes vallées. Ces effets sont encore plus sensibles, lorsqu'une chaîne de montagnes est couronnée de forêts que respecta la hache destructive. Elles augmentent l'élévation de la montagne; elles en resserrent les passages; elles fournissent surtout un aliment inépuisable aux eaux courantes. La destruction des forêts peut quelquefois être un bienfait pour un pays en lui procurant une circulation d'air plus libre; mais, poussée trop loin, c'est un fléau qui ravage des contrées entières. On en a vu des exemples funestes dans les îles du Cap-Vert, sans en citer beaucoup d'autres d'une moindre évidence. C'est la destruction des forêts, et non pas un prétendu *refroidissement du globe* qui a rendu la partie méridionale de l'Islande plus accessible au froid épouvantable que trop souvent les glaces flottantes lui apportent en s'arrêtant sur ses côtes septentrionales. Quoique les montagnes ne puissent empêcher les mouvemens généraux de l'atmosphère d'avoir lieu, elles peuvent cependant, en les arrêtant en partie, rendre certains vents plus ou moins fréquens, pour une certaine étendue de terrain. On ne doute point que les Alpes ne concourent à

garantir à la belle Italie son heureux climat, son printemps éternel et ses doubles moissons.

Les exemples des climats rendus plus froids par la position des montagnes, ne manquent pas. Si les Russies centrale et méridionale sont exposées à des froids disproportionnés à leur latitude et à leur exposition qui, en grande partie, est méridionale, c'est, entre autres causes, parce qu'elles n'ont pas au nord une chaîne de montagnes qui puisse affaiblir l'action des vents glacés qui viennent de la mer Blanche et des monts Ouraliens. La Sibérie est dans un cas différent, et encore plus défavorable : elle est inclinée au nord, par conséquent ouverte aux vents de la mer Glaciale; en même temps, sa pente immense est, au sud, couronnée par les monts Altaï, qui empêchent les vents froids de s'en aller plus loin, et qui interceptent ceux de l'Asie méridionale.

L'abri que donnent les montagnes contre les vents, peut quelquefois devenir nuisible par excès. Ainsi, on voit la chaleur devenir insupportable dans les vallées qui concentrent et réfléchissent vivement en été les rayons du soleil.

Lorsque les vallées sont larges et évasées, qu'elles ont une pente assez considérable pour l'écoulement des eaux, et qu'elles donnent un accès libre aux vents du nord, la température peut y être sèche et froide, comme dans l'ancien pays de Champsaur en France. Les habitans jouiront, dans ce cas, d'un bon teint et de beaucoup de santé.

Dans les vallées basses, étroites, enfoncées, qui ne reçoivent les vents secs que très-obliquement, les eaux des torrens et des pluies s'arrêtent et deviennent marécageuses : l'air n'y circulant pas, les brouillards et l'humidité y sont perpétuels. C'est dans ces endroits qu'on trouve les êtres faibles, mous et stupides, qu'on nomme *crétins* :

devenus sourds, muets et presque aveugles, ils restent insensibles à toutes les impressions, excepté à des appétits lubriques; si on les frappe, ils ne témoignent aucune sensation; on en voit qui ne sont pas même excités par aucun besoin. Leurs bras abattus, leur bouche béante, leur cou tuméfié et pendant, leur couleur blafarde, laissent voir le dernier terme de la dégradation humaine et de la dégénérescence animale. Le froid humide qui pèse constamment sur ces contrées, et qui n'est interrompu que par les vapeurs chaudes et également relâchantes de l'été, peut être regardé comme la véritable cause du goître et du crétinisme : ces maladies ont beaucoup d'analogie, pour leur cause et leurs principaux effets, avec les bouffissures, les tumeurs articulaires et l'espèce d'imbécillité des Scythes efféminés dont Hippocrate fait mention. *Fodéré*, qui a visité en observateur le val d'Aoste et la Maurienne, où se rencontre le plus grand nombre de crétins et de goîtreux, remarque qu'il n'en existe que dans le centre des vallées des Alpes : la même vallée n'en présente que lorsqu'elle abandonne la plaine et qu'elle se rétrécit; elle cesse d'en produire dès qu'elle s'évase au sommet des montagnes, et qu'elle gagne un air plus vif et plus sec, où vivent des hommes parfaitement sains. On trouve de ces maladies dans le Bas-Valais, à la base des Pyrénées et des Apennins, dans quelques vallées du Dauphiné et de la Haute-Provence. Les blafards qu'on a vus dans plusieurs contrées humides de l'Amérique, les nègres blancs des montagnes d'Ethiopie et de Madagascar, les nègres pies, paraissent être des espèces de crétins dans une plus ou moins grande dégénération. Zimmermann attribue aux chaleurs étouffantes qu'on ressent dans de profondes vallées de la Suisse, la cause des manies qui sont communes dans ces endroits : il rapporte que les habitans de ces gorges sont obligés d'envoyer pendant les étés, leurs en-

fans sur les hautes montagnes pour leur conserver la mémoire et la raison.

Le voisinage de la mer modère les températures excessives. Dans les climats ardens, les contrées maritimes sont moins chaudes que le milieu des plaines. Dans les latitudes élevées, les côtes et les îles sont moins froides que l'intérieur des continens. Dans les montagnes de la Norvége, on a vu une armée suédoise périr de froid; on en trouva les cadavres encore en rangs; cependant les côtes de ce pays jouissent d'un climat très-doux; le port de Berghen ne gèle pas aussi souvent que la Seine. Voici un exemple encore plus près de nous. Les lauriers, figuiers, myrtes, grenadiers, qui ne peuvent subsister en pleine terre au centre de la France, croissent naturellement et très-bien à Brest (1).

Le voisinage de la mer rapproche aussi les températures des saisons. L'on voit à Plymouth que, bien que la chaleur moyenne de l'année soit, en totalité, un peu moindre que celle de Paris, les mois d'hiver sont bien moins froids que dans cette dernière ville : le thermomètre n'est jamais descendu, du temps d'Huxham, plus bas que — 10, et n'a pas été plus haut que + 21, 2.

La nature du sol doit influer sur le climat de plusieurs manières. Tous les terrains ne s'échauffent pas avec le même degré de promptitude; tel sol perd vite la chaleur acquise, tel autre la conserve long-temps. Les exhalaisons qui diffèrent selon la nature du sol, s'élèvent dans l'atmosphère, et s'identifient avec elle. Les terrains argileux, et ceux qui sont imprégnés de sel, refroidissent l'atmosphère; les amas de sables, lorsqu'ils sont à sec, augmentent la chaleur. On croit, par exemple, que le grand froid et l'air malsain qui règnent dans les gouvernemens d'Astrakhan et d'Orenbourg, sont en partie dus à la nature saline du sol; tandis que plusieurs provinces de la France doivent en

(1) Voyez Livre LIIe, tom. III, pag. 238 de ce Précis.

partie leur température sèche et salubre, à ce que leur sol est sablonneux, calcaire, et en général léger. Les terrains rocailleux et arides fournissent le moins de vapeurs (1). Le contraire doit se dire des terrains marécageux; ces terrains, et même les sables imprégnés d'humidité, diminuent la chaleur; et comme les eaux y sont, pour la plupart, stagnantes, la durée des gelées s'y prolonge, sans que pour cela elles amènent un ciel serein et exempt de brouillards insalubres. Voilà pourquoi l'hiver de la Hollande, sous 52 degrés de latitude, est souvent plus désagréable que celui des îles danoises, sous le 55e parallèle. L'effet des marécages, dans les régions chaudes, est encore plus funeste : ils y fermentent, et il s'en élève une quantité de miasmes putrides; c'est à eux que les côtes orientales de l'Afrique et quelques parties de l'Amérique doivent leur climat pestilentiel (2).

Il est certain que le ciel, dans chaque pays, a un aspect différent. La voûte azurée, qui, par une illusion d'optique, borne partout notre vue, semble plus abaissée en Angleterre qu'en France. L'Italien cherche en vain sur les bords de la Seine ce ciel pur, serein et immense, cette atmosphère d'un bleu clair ou d'un rouge de feu, qui a tant contribué à inspirer les Raphaël et les Corrége.

(1) Ainsi que l'a fait observer M. de Humboldt, une étendue de 132 degrés de longitude présente dans l'ancien continent une large ceinture presque continue de déserts sablonneux, depuis l'extrémité occidentale du Sahara en Afrique, jusqu'à l'extrémité orientale du Cobi en Asie. En se rappelant, dit-il, que l'irradiation élève, de jour, sous cette latitude, la température des sables à plus de 50 ou 60 degrés, on peut concevoir de quelle influence la continuité d'un terrain de cette nature doit être pour la distribution de la chaleur d'une vaste partie du globe. *Humboldt* : Fragmens de géologie et de climatologie asiatiques, tom. II. J. H.

(2) Sous la zone extra-tropicale, les eaux stagnantes et courantes, les lacs, les marais et les rivières sujettes à des inondations périodiques tempèrent l'ardeur de l'été, parce que, dans leur évaporation, elles absorbent du calorique. *Humboldt*, *ut suprà*. J. H.

Mais le ciel d'Italie même est nébuleux, en comparaison de celui qui, dans l'été, couvre les heureuses îles de l'océan Pacifique, ces paradis de la zone torride. C'est aux différens degrés de la raréfaction de l'air, ainsi qu'à la nature des exhalaisons terrestres, qu'il faut attribuer ces différens aspects du ciel, d'où dépend en partie la beauté d'un climat.

L'homme influe lentement, mais puissamment, sur la température de l'air. Sans la culture, il y aurait peu de climats salubres et agréables. Contemplons un pays désert : les rivières, abandonnées à leur fougue, s'engorgent et se débordent; leurs eaux ne servent qu'à former de tristes marais; un labyrinthe de buissons et de ronces couvre les plus fertiles coteaux; dans les prés, le hideux champignon et la mousse inutile étouffent les herbes nutritives; les forêts deviennent impénétrables aux rayons solaires; aucun vent ne vient disperser les putrides exhalaisons des arbres qui ont succombé sous le poids des siècles; le sol, privé de la bienfaisante chaleur atmosphérique, n'exhale que des poisons; le souffle de la mort plane sur cette contrée. Mais le courage et l'industrie viennent-ils y aborder? les marais sont desséchés; les rivières coulent dans leurs lits déblayés; la hache et la flamme éclaircissent les forêts; la terre, sillonnée par la charrue, s'ouvre aux rayons du jour, au souffle des vents; l'air, le sol et les eaux prennent, peu à peu, un caractère de salubrité, et la nature vaincue cède son empire à l'homme qui s'est créé une patrie.

La culture d'un pays nouveau est souvent accompagnée de conséquences désastreuses, qui ne doivent pas toujours être attribuées à l'imprévoyance des colons. Le sol nouveau, au premier moment où la charrue l'ouvre, et où les rayons solaires y pénètrent, doit nécessairement subir une forte évaporation, et ses exhalaisons, qui ne sont pas toujours

d'une nature innocente, à peine élevées dans l'air, s'y condensent par le froid encore très-vif, surtout pendant les nuits. De là ces maladies épidémiques qui ravagent les colonies nouvellement fondées. La destruction des forêts, poussée trop loin, amène surtout des suites funestes. Dans les îles du Cap-Vert, c'est l'incendie des forêts qui a desséché les sources et l'atmosphère. La Perse, l'Italie, la Grèce, et bien d'autres contrées, ont perdu de cette manière leur heureuse température. La coupe des forêts qui couvraient les Pyrénées, a rendu l'air malsain dans la vallée d'Azun, département des Pyrénées-Orientales, parce que l'absence de cet obstacle permet aujourd'hui un libre passage aux vents du sud. On forme des plaintes semblables dans la Castille et dans l'Aragon.

Les *vents régnans* de chaque contrée modifient différemment l'influence réunie de tous les élémens qui constituent le climat physique, et que nous venons d'examiner. Mais la nature, la direction et l'intensité des vents, dépendent de l'exposition générale et locale, du voisinage des mers, de l'élévation des montagnes, et d'autres circonstances. Ainsi, les causes du climat forment entr'elles un cercle, duquel on ne peut indiquer ni le premier chaînon ni le dernier.

On ne doit point caractériser la nature physique des vents d'une manière générale, d'après les points du compas d'où ils viennent. Hippocrate s'est servi de cette méthode, mais en se bornant à une petite partie du globe. Qu'on ne fasse point à la gloire de ce grand homme, l'injure de vouloir ériger ses maximes locales en règles universelles.

Toutes les variations des vents dépendent de l'équilibre de l'atmosphère. Il s'ensuit que la chaleur d'un climat, et le froid d'un autre, ont une influence continuelle l'une sur l'autre. Les parties septentrionales d'un grand conti-

nent enverront quelquefois leur air froid vers les parties méridionales; et de même elles en recevront quelquefois des souffles échauffans. La grande mobilité de l'atmosphère ne permet pas qu'on borne ces faits à des localités; toute la masse de chaleur et de froid, qui entoure le globe, est dans un flux et reflux continuel et universel. Ainsi, l'on peut poser les principes suivans. La chaleur de la zone torride, et le froid polaire, se balancent mutuellement, et de la fluctuation de leur équilibre dépendent les variations du froid et du chaud qu'on ressent dans les zones tempérées. Tout vent, dans la zone tempérée, venant du pôle voisin, est froid, et tout vent équatorial est chaud, sauf les exceptions dues à des localités. Ainsi, le vent du sud rafraîchit les environs du cap de Bonne-Espérance, tandis que le vent du nord a le même effet pour l'Europe. Un vent de terre, s'il vient par-dessus des plaines très-élevées et ouvertes, est presque toujours froid et sec dans les zones tempérées. Mais entre les tropiques, s'il passe par des plaines peu élevées, couvertes de sables brûlans, il doit être sec et chaud. Les vents qui prennent origine sur les montagnes ne se plient pas non plus à une règle générale; car il y a des montagnes couvertes de glaces, d'autres où il règne une humidité singulière; les vents y prennent donc des caractères différens. Quant aux vents de mer, ils sont, presque sans exception, humides, chargés de brouillards et de vapeurs salines; comme l'air qu'ils amènent est presque toujours ou plus chaud ou plus froid que l'air de terre, ils occasionent constamment cette sorte de décomposition des vapeurs atmosphériques, qui nous procure de la pluie.

Il s'ensuit que tout pays de la zone tempérée qui n'est séparé de l'équateur que par une grande étendue de pays contigus, a nécessairement l'air plus habituellement chaud que tel pays qui voit entre lui et la zone torride, de vastes

mers. Par contre-coup, les pays des zones tempérées, qui ont entre eux et le pôle voisin beaucoup de terres, et qui sont séparés de l'équateur par des mers, auront le climat habituellement plus froid que d'autres pays sous la même latitude, mais sous une autre combinaison de localités.

Si nous appliquons ces divers principes à la partie septentrionale de l'ancien continent, nous verrons que la diminution énorme de chaleur qu'on observe, en s'avançant vers l'est sous les mêmes latitudes, est due en grande partie à la forme et à la position de cette masse de terre. La partie occidentale est échauffée par le voisinage de l'Afrique, qui, semblable à une immense fournaise, distribue sa chaleur à l'Arabie, à la Turquie d'Asie, à l'Europe. Au contraire, l'Asie, dans ses extrémités au nord-est, éprouve des froids extrêmes; c'est en partie parce qu'elle n'a de ce côté point de terres qui s'étendent vers l'équateur. Si le Groënland, déjà, sous le 60e parallèle, malgré son exposition méridionale et le voisinage des mers, a un climat plus rigoureux que la Laponie, sous le 72e parallèle, dans une exposition septentrionale, quelle autre raison peut-on assigner à ce phénomène que la séparation de la Laponie d'avec les terres arctiques, au moyen d'une vaste mer, tandis que le Groënland s'étend probablement, en s'élargissant, vers le pôle, ou du moins vers le 82e degré de latitude? L'Amérique septentrionale a peu de terres situées dans la zone torride; elle a peu de communication avec l'Amérique méridionale; enfin, elle s'étend probablement à l'ouest de la baie de Baffin vers le Groënland; cette partie du monde n'offre pas une si grande différence de climats avec l'Europe.

Il résulte encore de nos principes une conséquence générale pour les contrées de la zone torride. Les vents alizés, en soufflant continuellement de l'est, par-dessus la mer, contribuent à rendre toutes les côtes maritimes orientales,

plus froides que ne le sont les côtes exposées au couchant. D'un autre côté, plus un continent est large d'est à l'ouest, plus ces vents s'échauffent en passant par-dessus des terres brûlées par le soleil. Voici pourquoi les îles Antilles jouissent d'une température modérée, tandis que la Sénégambie est tourmentée par la plus terrible chaleur dont on ait d'exemple. Le Congo est plus chaud que le Zanguebar. Si les montagnes du Pérou ont le climat plus froid que le Brésil, c'est que l'élévation du terrain, ou toute autre circonstance locale, peut souvent avoir assez d'influence pour anéantir l'effet d'une cause générale.

Telles sont les diverses causes qui concourent à former cette constitution générale de l'atmosphère qu'on nomme le *climat*. On doit sentir que les résultats de tant de causes différentes ne se laissent pas facilement soumettre à une classification. Hippocrate l'a tenté, par rapport à la Grèce; il prend pour base les *expositions* et les *vents*. Mais il est aisé de prouver que ses quatre climats, très-réels dans les lieux où il les a observés, ne se retrouvent pas dans toutes les régions du globe, auxquelles ses commentateurs, peu pénétrés de son esprit, veulent étendre son système.

Hippocrate commence son écrit sur les airs, les eaux et les lieux, par l'exposé du but qu'il se propose. « Il est, » dit-il, essentiel pour un médecin, en entrant dans une » ville qu'il ne connaît point, d'en examiner l'exposition, » les vents dominans, les saisons, la nature et l'élévation » du sol, la qualité des eaux dont les habitans font usage, » et le genre de vie qu'ils suivent. — Maintenant, continue- » t-il, je vais exposer comment on doit épier et explorer (1) » chacune de ces choses. » N'est-il pas clair, d'après cette phrase vaguement rendue par tous les traducteurs, que l'intention d'Hippocrate n'était point de composer un *traité* sur les climats physiques, traité dont les matériaux n'étaient

(1) Σκόπειν καὶ βαζανίζειν.

pas encore rassemblés de son temps, mais qu'il voulait seulement, par l'exposé de ses observations propres et locales, indiquer à ses successeurs la route à suivre pour en faire de nouvelles? Ce but modeste de l'auteur a été méconnu, ou tout au plus faiblement indiqué. Des observations très-intéressantes, mais bornées exclusivement aux contrées qui s'étendent depuis la mer d'Azof jusqu'aux bouches du Nil, et des bords de l'Euphrate aux rives de la Sicile; ces observations locales, dis-je, ont été changées en généralités fausses et dangereuses. Donnons-en quelques exemples.

Hippocrate nous dépeint « les contrées exposées aux » seuls vents chauds du midi, comme devant abonder en » eaux saumâtres et malsaines; car ces eaux sont ordinai- » rement peu profondes, échauffées en été et froides en » hiver. » Puis il décrit les maladies qui doivent y dominer: « Les hommes y ont la tête pleine d'humidité et de » phlegme; ils sont sans force et sans vigueur(1). »

Ces observations se rapportent aux côtes méridionales de la Grèce et de l'Asie mineure, voisines de l'île natale d'Hippocrate. Selon Mariti, toute la côte méridionale de l'île de Chypre éprouve de fréquentes intempéries de l'air; les eaux saumâtres y abondent; c'est un pays très-malsain. Les côtes de la Caramanie ou de l'ancienne Cilicie sont dans le même cas. A Satalie, à Ayas, et à Adana, le mauvais air force les habitans à se retirer pendant l'été sur les montagnes. Et pourquoi l'exposition méridionale de ces contrées est-elle si malsaine? Strabon et Quinte-Curce nous le diront. « Parce que la Cilicie est une plaine étroite, » bordée au nord par la chaîne du mont Taurus; les vents » du midi, réfléchis par les montagnes, y causent des cha- » leurs étouffantes; d'ailleurs, la côte offre des marais et » des étangs(2). » D'un autre côté, Cicéron nous apprend

(1) *Hippocrat.*, de aer., aquis, locis, §§ 9-14, édit. de Coray.
(2) *Strab.*, Geog. XIV, 260. Casaub. Atreb. *Quint. Curt.*, III, c. 9-11.

que les neiges rendaient le passage du mont Taurus difficile avant le mois de juin (1). Voilà pourquoi la température de l'air et des eaux de la Cilicie éprouvait des variations trop fortes pour ne pas être nuisibles. Sans doute on peut appliquer cette observation à d'autres contrées où le même concours de circonstances a lieu; sans doute le vent du midi est généralement humide, chaud et malsain sur les côtes de la Méditerranée. Dans l'île de Lesbos, selon Vitruve, les vents méridionaux causent souvent des épidémies; en Attique, ils amenèrent une fois la peste. Virgile même dénonce ces vents, « dont les humides haleines me» nacent les vergers, les blés et les troupeaux (2). » Etendons même ce caractère général aux côtes du golfe de Perse. Les vents méridionaux y amènent la saison pluvieuse et des chaleurs étouffantes. « A Susa, dit Strabon, les habi» tans n'osent s'exposer aux chaleurs du milieu de la jour» née. » A Bassora, selon Otter, le vent du midi paralyse toutes les forces du corps humain.

Mais passons sur le rivage opposé de l'Afrique : Aristote déjà savait que les vents méridionaux y sont souvent froids et toujours secs, parce qu'ils viennent du mont Atlas (3). De même, à Paris, nous éprouvons des vents du sud, chargés de la froide atmosphère des montagnes de l'Auvergne. Ces mêmes vents sont très-froids en Souabe et en Bavière, car ils y arrivent par les Alpes. Partout les vents se modifient d'après la nature des lieux par lesquels ils passent.

Qu'ai-je besoin de ces exemples? Hippocrate lui-même n'ajoute-t-il pas immédiatement : « Mais, même parmi ces » villes (exposées aux vents chauds du midi), celles qui

(1) *Cicer.*, Epist. ad Famil. XV, 4.

(2) *Virg.* Georg., I, 443. Bucol. II, 57. *Vitruv.* I, cap. 6.

(3) *Arist.*, Problemat. XXVI, 16-51. Comp. *Aul. Gell.* XVI, 11. *Lucan.* Pharsal. IX, 447 *sqq.*

» sont bien ouvertes au soleil et aux vents, doivent éprou-
» ver dans un moindre degré ces fâcheuses alternatives? »
En effet, Tarsus en Cilicie offrait, malgré son exposition méridionale, un climat sain et des eaux limpides (1).

Le climat septentrional d'Hippocrate n'est pas plus universel que celui que nous venons d'examiner. Les vents du nord, à Arkhangel et à Dantzick, apportent l'humidité et sont moins froids que les vents du sud (2). Ces variations dans la nature des vents renversent les autres conséquences. Citons un exemple pris dans la Péninsule hispanique sous la latitude de la Grèce septentrionale. Les Asturies sont exposées au nord; le climat est froid, mais extrêmement humide; les maladies régnantes sont une espèce de lèpre, des dyssenteries, des tumeurs scrophuleuses, et d'autres de la nature de celles que le père de la médecine attribue aux expositions méridionales (3).

La ressemblance qu'Hippocrate établit entre le climat du midi et celui d'orient, se trouve encore fausse pour l'Europe occidentale, où les vents du midi ressemblent plus généralement à ceux d'occident par leur humidité et leur douceur, tandis qu'au contraire les vents d'est sont notoirement plus froids que les vents du nord même, attendu que ces vents nous viennent, par la Russie centrale, des monts Ouraliens et des confins de la Sibérie. L'affection catarrhale qui régna en 1782, fut généralement attribuée au froid rigoureux apporté subitement par un vent d'est, à la suite d'une constitution australe et humide.

Nous ne pouvons pas non plus admettre la théorie hippocratique, à l'égard des *climats occidentaux*. « Toutes les
» nations, dit-il, exposées aux *vents occidentaux*, ont le

(1) *Dio Chrysostome*, Orat. de Tarso.

(2) *Kant*, Géographie physique, t. III, part. 2, p. 110.

(3) *Casali*, Annales des voyages, t. VIII, p. 76 *sqq*. *Thierry*, Observ. médicales sur l'Espagne.

» climat insalubre ; les eaux qu'elles boivent ne sont point » limpides, parce que les brouillards du matin se mêlent » avec elles avant d'être dissipés par le soleil qui les éclaire » plus tard..... En second lieu, les habitans de ces lieux » sont exposés à des changemens brusques de tempéra- » ture ; car dans les matinées d'été, il y souffle des vents » frais, il y tombe des rosées ; dans l'après-midi, la cha- » leur les tourmente..... Ils ont le teint pâle, le corps » faible..... Respirant toujours un air épais et malsain, » leur voix devient forte et rauque..... L'occident nous » présente l'image de l'automne. Les peuples qui habitent » sous cette constitution climatologique, doivent participer » aux maladies des peuples septentrionaux et méridio- » naux. » Un commentateur ajoute : « Ils doivent joindre » la férocité des peuples du nord à la légèreté des peuples » du midi. »

Toutes ces observations d'Hippocrate, saines et justes lorsqu'on les explique dans leur vrai sens, deviennent puériles et absurdes lorsqu'on en veut faire des règles générales.

Quels peuples sont plus exposés à l'occident que les Portugais ? Ont-ils pour cela la voix rauque ? Au contraire, leur langage est infiniment plus doux que celui des Espagnols. L'air qu'on respire en Portugal est-il épais et malsain ? Bien loin de là, les Anglais y envoient leurs malades pour recouvrer la santé. Les Irlandais, continuellement tourmentés par les tempêtes venues de l'ouest, ont-ils le teint pâle ? Au contraire, on reconnaît un Irlandais parmi vingt Anglais, à son teint vermeil.

Hippocrate a-t-il donc avancé des choses fausses ? A Dieu ne plaise que je l'en accuse ! Mais il a voulu parler uniquement de certaines contrées de la Grèce ; expliquées dans ce sens local, ses observations sont justes et profondes. Toutes les côtes occidentales de l'Illyrie, de l'Épire

et du Péloponèse ont en effet le climat inconstant, qu'Hippocrate compare à l'automne. Le zéphyr y amène souvent des pluies et des brouillards; encore de nos jours, le zéphyr impétueux et pernicieux dont Homère parle si souvent, se fait sentir dans ces parages (1). Les Eliens, selon Strabon, Hesychius et Eustate, étaient, de tous les Grecs, ceux qui avaient la prononciation la plus rude; ces peuples et leurs colonies mettaient souvent une lettre canine où les autres Grecs n'en mettaient point; ils disaient *herôr* ou *her* au lieu de *héros* (2). Les Etoliens probablement parlaient plus mal encore; leur férocité d'ailleurs est connue : Polybe et Thucydide les traitent de *demi-barbares* (3). Enfin, les habitans de l'île de Zante, selon Scrofani, ont le teint pâle. Les Grecs occidentaux en général n'étaient pas aussi grands de corps que ceux de l'est et du nord. Ulysse fut nommé par les Etruriens le *Nain vagabond.*

Voilà les observations d'Hippocrate justifiées; voilà, je pense, la vraie manière de lire et d'expliquer un auteur ancien, en le comparant avec d'autres écrivains, ses contemporains ou ses compatriotes.

L'examen critique des quatre climats d'Hippocrate, doit nous convaincre de l'impossibilité de fonder une classification des températures sur leurs *causes*, attendu que ces causes varient toutes avec les circonstances géographiques. C'est en considérant les principales combinaisons des qualités qui caractérisent les climats, qu'on peut les classer d'une manière générale. La chaleur et le froid peuvent être accompagnés d'humidité ou de sécheresse; de là il résulte quatre climats principaux.

Nous avons d'abord le climat *chaud et sec.* Tel est dans un degré extrême celui des déserts de Sahara et de l'Arabie;

(1) *Homère*, Odyss., V, 295. XII, 289. XIV, 458.
(2) *Strab.*, X, 308. *Hesych.*, in v. Eretria. *Eustat.*, in Iliad. II, 279.
(3) *Polyb.*, XVII, p. 476, edit. Casaub. *Thucyd.*, III, cap. 94.

la terre brûle, le ciel est d'airain; les eaux saumâtres se vendent au poids de l'or; les plantes languissent faute d'aliment; les hommes et les animaux y sont nerveux, mais en petit nombre; les teints olivâtres et les tempéramens bilieux dominent parmi les peuples de ces contrées; leur caractère féroce et sanguinaire répond à celui de la nature.

Le climat *chaud et humide* est celui du Bengale, de la Mésopotamie, des côtes de Zanguebar, de la Sénégambie, de la Guyane, de Panama; là, brille une éternelle verdure; là, naissent les géans du règne végétal; mais là aussi d'énormes reptiles se traînent dans la fange des eaux croupissantes qui exhalent la peste; l'homme robuste se propage avec rapidité, mais son caractère moral le rapproche des brutes; la peau noire et le tempérament phlegmatique appartiennent de préférence à ces régions.

Le climat *froid et sec* nourrit une végétation robuste, mais peu abondante; les eaux y sont ordinairement pures, mais crues; les animaux et les hommes, respirant plus d'oxigène, ont de la force, de la santé; il y a équilibre entre la partie morale et la partie physique. Ils se propagent lentement, mais avec ordre; le tempérament sanguin et la peau blanche prédominent dans ce climat qui appartient à la plus grande partie de l'Europe et de l'Asie.

Enfin, le climat *froid et humide*, dans son extrême, tel qu'on l'éprouve en Sibérie et au nord du Canada, enveloppe l'atmosphère de brouillards malsains, et réduit la végétation à de tristes broussailles, à des mousses rampantes; les animaux s'y couvrent d'une épaisse fourrure, sous laquelle ils restent engourdis une moitié de l'année; l'homme grand, mais faible et lourd, ne pense qu'à défendre contre la nature marâtre son existence physique; la peau rouge-cuivrée et le tempérament mélancolique semblent nés de cette constitution du climat.

En développant de cette manière une idée du célèbre philosophe *Kant* (1), nous ne voulons qu'indiquer à la pensée les combinaisons des températures extrêmes, et leurs effets les plus probables. Nous convenons que les quatre climats principaux n'existent peut-être nulle part sans quelques *modifications* qui en altèrent la nature. Ces modifications sont de deux genres : les unes résultent d'une succession de deux climats différens dans la même région; les autres sont dues au degré plus ou moins élevé de chacune des quatre qualités constitutives du climat. Ce sont ces modifications qui, malgré le système hippocratien, peuvent mériter à un climat quelconque, la qualification de *tempéré*, attendu que le vrai sens de ce terme dénote une constitution atmosphérique dans laquelle le froid, le chaud, le sec et l'humide sont également modérés l'un par l'autre. Ainsi, en Egypte, la succession de la chaleur humide pendant l'inondation, et de la chaleur sèche pendant le reste de l'année, tempère un climat qui, sans l'une ou l'autre alternative, serait insupportable. De même, la Hollande voit avec plaisir le froid sec succéder au froid humide, qui à lui seul rendrait ce pays extrêmement malsain. D'autres fois cette succession se faisant trop rapidement, ou les deux températures étant trop différentes l'une de l'autre, le climat devient plus désagréable que s'il n'y régnait qu'une seule température. C'est ainsi que les habitans d'Astrakhan et de quelques autres villes, éprouvent en été les chaleurs de l'Afrique, et en hiver les froids de la Sibérie. Les mêmes constitutions atmosphériques se trouvent encore modifiées par le climat solaire; ainsi, la chaleur sèche qui rend le Sahara presqu'inaccessible, devient à Madrid ou à Marseille une température très-convenable à l'homme. Les

(1) Mémoire sur les quatre principales constitutions de l'espèce humaine, dans le recueil intitulé *le Philosophe mondain*, par *Engel* (en allemand).

funestes effets de la chaleur humide s'affaiblissent de même en s'éloignant de l'équateur. D'un autre côté, on trouve le froid sec ou humide, de plus en plus supportable, à mesure qu'on descend du pôle vers les tropiques. Par exemple, à Bergen en Norvége, et à Brest en France, c'est toujours la même constitution de l'hiver rendue variable et humide par le voisinage d'un océan qui ne gèle jamais; mais quelle différence dans l'intensité du froid!

Ces observations sur la véritable acception du mot *climat*, nous conduisent naturellement à jeter un coup d'œil sur les diverses températures des cinq zones dans lesquelles on a l'habitude de diviser le globe.

La *zone torride* n'éprouve que deux saisons, l'une *sèche* et l'autre *pluvieuse* (1). La première est regardée comme l'été, et l'autre comme l'hiver de ces climats; mais ils sont en opposition directe avec l'été et l'hiver célestes; car la pluie accompagne toujours le soleil, de sorte que, lorsque cet astre se trouve dans les signes septentrionaux, les contrées au nord de la ligne ont leur saison pluvieuse. Il paraît que la présence du soleil au zénith d'une contrée, y échauffe et raréfie continuellement l'atmosphère; l'équilibre est rompu à chaque moment; l'air froid des contrées plus voisines des pôles, y est à chaque instant attiré; il y condense les vapeurs suspendues dans l'atmosphère; donc il y existe des pluies presque continuelles. Les contrées de la zone torride où il ne s'élève point de vapeurs, ne connaissent point de saison pluvieuse.

Les localités, surtout les hautes chaînes de montagnes qui arrêtent ou détournent les moussons et les vents, influent tellement sur les saisons physiques de la zone torride, que souvent l'intervalle de quelques lieues sépare l'été de l'hiver. En d'autres endroits, il y a deux saisons

(1) *Varen.* Géog. générale, ch. XXVI, propos. 10 *sqq.* *Bergmann*, Géographie physique, § 143.

pluvieuses et deux saisons sèches, qu'on distingue par les dénominations de *grande* et *petite*.

La chaleur est presque toujours la même à 10 ou à 15 degrés de la ligne équinoxiale. Mais, vers les tropiques, on ressent déjà une différence entre la température qui règne au moment où le soleil est au zénith, et celle qui a lieu lorsque, dans le solstice opposé, les rayons de l'astre du jour tombent sous un angle qui est plus obtus de 47 degrés. Aussi, on pourrait, avec Polybe, diviser la zone torride en trois autres; la *zone équatoriale*, proprement dite, est tempérée, si on la compare à la *zone du tropique du Cancer*, composée des contrées les plus chaudes et les moins habitables de la terre. La plus grande chaleur observée, qui est de 35 degrés de Réaumur, l'a été à Bagdad à 33 degrés de latitude. La *zone du tropique du Capricorne* contient peu de terres; mais il paraît qu'elle éprouve des chaleurs momentanées extrêmes.

La plupart des anciens, méconnaissant l'observation de Polybe, crurent que la chaleur allait en augmentant du tropique vers l'équateur. Ils en conclurent que le milieu de la zone torride était inhabitable. On sait aujourd'hui que plusieurs circonstances concourent à y établir une température supportable. Les nuages, les grandes pluies, les nuits naturellement très-fraîches, leur durée étant égale à celle des jours; une forte évaporation, la vaste étendue des mers, la proximité des montagnes très-hautes et couvertes de neiges éternelles, les vents alizés et les inondations périodiques, contribuent également à diminuer la chaleur. Voilà pourquoi, dans la zone torride, on rencontre toutes sortes de climats. Les plaines sont brûlées des feux du soleil. Toutes les côtes orientales des grands continens, battues par les vents alizés, jouissent d'une température douce; les contrées élevées sont même froides; dans la vallée de Quito, règne un éternel printemps; et peut-être que l'inté-

rieur de l'Afrique renferme plus d'une contrée douée du même avantage.

Rien n'égale la beauté majestueuse de l'été dans la zone torride. Le soleil, à son lever traverse en un instant, les nuages brûlans de l'orient, et remplit la voûte des cieux d'une lumière éblouissante, dont aucune trace d'ombre n'interrompt la splendeur. La lune brille ici d'un éclat moins pâle; les rayons de Vénus sont plus vifs et plus purs, la voie lactée répand une clarté plus scintillante. A cette pompe des cieux il faut ajouter la sérénité de l'air, le calme des flots, le luxe de la végétation, les formes gigantesques des plantes et des animaux, toute la nature plus grande, plus animée, et cependant moins inconstante et moins mobile.

Les zones tempérées(1) sont dédommagées par les charmes doux et variés du printemps et de l'automne, par les chaleurs modérées de l'été et les rigueurs salutaires de l'hiver; cette succession de quatre saisons n'est point connue au-delà du tropique, ni vers les pôles. Même la partie de la zone tempérée boréale, qui s'étend entre le tropique et le 35e degré de latitude, ressemble, en beaucoup d'endroits, à la zone torride. Jusque vers le 40e degré, la gelée, dans les plaines, n'est ni forte ni de longue durée; il est également rare d'y voir tomber la neige, quoique, sans doute, il ne soit pas vrai que lors d'une chute de neige, les dames de Rome ou de Naples sortent de la comédie pour jouir d'un spectacle si extraordinaire, ni que les académiciens courent, la lorgnette à la main, examiner cet étonnant phénomène. Les contrées élevées ressentent toute la rigueur de l'hiver; et les arbres, même dans la plaine, perdent leur feuillage, et restent dépouillés de verdure dans les mois de novembre et décembre.

C'est depuis le 40e jusqu'au 60e degré, que la succession

(1) *Bergmann*, Géographie physique, § 144.

des quatre saisons se montre la plus régulière et la plus sensible, sans cependant exposer la santé de l'homme. C'est aussi entre ces latitudes qu'habitent aujourd'hui les peuples les plus instruits; les plus civilisés, et ceux qui montrent le plus de courage sur mer et sur terre. Il semble que dans les pays où l'on n'a point d'été, les habitans manquent de génie, ou du moins d'esprit et de goût; tandis que là où il n'y a point d'hiver, on ne connaît guère la vraie bravoure, la constance, la loyauté, et les autres vertus civiles et militaires. Mais rappelons-nous que c'est l'homme lui-même qui a créé en grande partie ces climats salubres; la France, l'Allemagne et l'Angleterre ressemblaient, il n'y a que vingt siècles, au Canada et à la Tatarie chinoise, contrées situées, aussi bien que notre Europe, à une distance moyenne entre l'équateur et le pôle.

Au-delà du 60e degré, et jusqu'au 78e (qui paraît être le terme des terrains habitables dans l'hémisphère boréal), on ne connaît, en général, que deux saisons : on éprouve un long et rigoureux hiver, auquel succèdent brusquement des chaleurs quelquefois insupportables. L'action des rayons solaires, faible en raison de l'obliquité de leur direction, s'accumule pendant les jours extrêmement longs, et produit des effets auxquels on ne s'attendrait que dans la zone torride. Il y a des exemples de forêts qui se sont embrasées, et de goudron qui s'est fondu sur les flancs des vaisseaux. Dans l'hiver, au contraire, on voit les eaux-de-vie se congeler dans des chambres chauffées, et une croûte de glace couvrir jusqu'aux draps de lits. On a trouvé la terre gelée à 100 pieds de profondeur (1). Le mercure, figé dans le thermomètre, laisse le degré de froid indéterminé. Je parle ici des extrêmes, et de la zone en général. Les expositions méridionales, ou le voisinage de la grande mer,

(1) *Gmelin*, Voyage en Sibérie.

adoucissent le climat jusqu'à un degré qui paraîtra incroyable aux esprits prévenus. Bergen, en Norvége, et toute la côte de ce pays, entre 60 et 62 degrés de latitude, a l'hiver très-pluvieux, mais rarement de la neige ou des gelées; cette saison est moins rigoureuse, et on y use moins de combustible qu'à *Krakovie*, à *Prague*, à *Vienne en Autriche*, sous 50 à 48 degrés de latitude. La zone froide jouit d'un calme atmosphérique qui est inconnu dans la région tempérée; point d'orage, point de grêle, rarement une tempête; l'éclat des aurores boréales, réfléchi par la neige, dissipe les ténèbres de la nuit polaire; les jours, de plusieurs mois, quoique d'une magnificence monotone, accélèrent d'une manière étonnante le jeu de la végétation; en trois fois vingt-quatre heures la neige est fondue, et les fleurs s'épanouissent.

Cette succession des zones physiques n'est point égale pour les deux hémisphères. En parlant des glaces de mer, nous avons observé que dans les mers arctiques on n'en aperçoit guère de grosses masses flottantes avant le 70e degré, ni de champs fixes que vers les 75 à 80 degrés de latitude; tandis que dans les mers antarctiques on rencontre l'un et l'autre à 50 et 60 degrés de latitude australe. Dans la Terre de Feu, dans celle de Sandwich, et dans plusieurs autres îles, situées vers les 54e et 59e degrés de latitude australe, les montagnes, même dans l'été austral, restent couvertes de neiges jusqu'aux bords de la mer (1).

Cette diminution de chaleur paraît cesser tout à coup entre le 30e et le 40e degrés de latitude; car, de l'intérieur de la Nouvelle-Hollande il sort des vents enflammés, tandis que les montagnes de la Terre de Diemen restent couvertes de neiges éternelles (2); aussi l'on éprouve dans ces parages

(1) *Forster*, *Cook*, *Dalrymple*, etc.
(2) *Péron*, Voyage aux Terres australes, II.

les passages les plus subits d'une chaleur étouffante à un froid très-sensible (1).

Les astronomes (2) semblent attribuer ce contraste uniquement au séjour plus court que fait le soleil dans les signes méridionaux, c'est-à-dire, à la plus grande rapidité du mouvement de la terre, lorsqu'elle est dans son périhélie. Le soleil est 7 jours et 18 heures de moins dans les signes méridionaux. Mais la différence produite par cette cause ne serait que de $\frac{1}{25}$, et la différence réellement existante est à peu près de $\frac{1}{7}$. La théorie du calorique rayonnant a fourni une autre explication : on a cherché à démontrer que, dans un temps donné, l'hémisphère austral perd une plus grande quantité de sa chaleur propre constante, que n'en perd l'hémisphère boréal (3). Mais cette cause ne devrait pas tout à coup cesser d'agir vers le 40e degré. Il faut donc chercher sur la terre même, la raison du phénomène qui nous occupe.

La vaste étendue des mers antarctiques, l'absence totale d'une grande terre, et la forme des continens, qui se terminent vers le sud en pointes de peu de largeur, ouvrent un champ libre aux courans maritimes polaires, et leur permettent de pousser de tous côtés les glaces du pôle du sud vers la zone tempérée australe. Là, elles s'entassent et s'arrêtent en partie, en s'accrochant l'une à l'autre ; en partie elles sont empêchées d'aller plus loin par la force déjà très-sensible du mouvement général de l'Océan vers l'ouest ; enfin elles se fondent en partie par l'action de la chaleur solaire, qui doit être déjà considérable à 50 deg., quoiqu'elle ne fasse que peu d'effet sur le thermomètre, parce que les glaces fondantes l'absorbent aussitôt qu'elle se répand dans l'air.

(1) *Labillardière*, Voyage à la recherche de La Pérouse, II, 27.

(2) *Mairan*, Mém. de l'Académie, 1765, p. 174. *Æpinus*, Cogitat. de Distribut. calor. per tellurem.

(3) *Prevost*, sur le calorique rayonnant, p. 328 *sqq*.

Comme il n'y a point de *terme fixe* où le mouvement des eaux polaires vers l'équateur s'arrête et se change en mouvement général vers l'ouest (1), ce changement étant soumis à l'influence de plusieurs causes locales et temporaires, il n'y aura pas non plus de limite constante pour les glaces australes. Aussi, tantôt les navigateurs en ont rencontré des îles fixes vers le 50e degré; tantôt ils ont poussé 10 degrés plus loin, vers le pôle du sud, sans en rencontrer seulement des morceaux flottans. Ces variations de latitude, sous le même méridien, semblent confirmer notre explication; on ne pourrait pas même en assigner aucune autre cause suffisante que l'action des courans polaires.

Ces glaces mobiles, poussées de tous côtés vers le tropique du Capricorne, ne s'arrêtent que lorsqu'elles rencontrent les courans qui portent à l'est et qui, en les entraînant, leur impriment un mouvement combiné; mouvement qui, constamment modifié par le courant équatorial, leur fait décrire une spirale jusqu'à ce qu'elles se fondent. Elles peuvent donc entrer inopinément dans une zone, d'ailleurs tempérée, où leur présence cause et ces transitions subites du chaud au froid, et ces immenses brouillards dont parlent les navigateurs.

En admettant notre explication, on n'aurait pas besoin de supposer *la quantité* de glaces australes, aussi énorme qu'elle le serait dans toute autre hypothèse. Car, selon nous, ces glaces qui se montrent vers les 50 et 60 degrés de latitude, ne marqueraient pas la circonscription d'une calotte sphérique de glaces fixées autour du pôle, mais elles formeraient seulement une enceinte variable, derrière laquelle il pourrait se trouver de vastes étendues de mers qui, de temps en temps, ne renfermeraient aucunes glaces.

La théorie des climats physiques présente encore une

(1) Voyez ci-dessus, Liv. XXXIII, p. 275 *sqq*.

dernière question; admettons-nous un changement soit réel, soit seulement possible dans la direction de l'axe terrestre? Cette question intéresse non seulement les géographes, mais tous les peuples de la terre. Sans l'obliquité de l'écliptique, sans cet angle d'inclinaison qui existe entre le plan de rotation et le plan de l'orbite, il n'y aurait ni inégalité entre les jours d'hiver et d'été, ni changement de saisons, en tant que celles-ci dépendent des causes célestes. L'équateur serait encore plus constamment échauffé qu'il ne l'est; mais des deux côtés on verrait la chaleur diminuer dans une progression très-rapide; chaque climat aurait sa température invariable, et ce serait pour chacun celle de son printemps et de son automne actuel, mais très-vraisemblablement un peu plus froide. La terre ne serait donc guère habitable au-delà du 45e ou 50e degré. Voilà ce printemps éternel que les poètes voudraient nous faire regretter. Beaucoup de philosophes et d'astronomes ont cru que l'écliptique et l'équateur tendaient réellement à coïncider ensemble. Les anciens astronomes ont trouvé l'obliquité de l'écliptique de 24 degrés. Ératosthène, 250 ans avant Jésus-Christ, la trouva de 23 degr. 50 minutes; Albatègnius, en 880, de 23 degr. 35 minutes 40 secondes; Tycho-Brahé, en 1587, de 23 degrés 31 minutes 30 secondes: elle oscille aujourd'hui autour de 23 degrés 23 minutes. Sa diminution séculaire semble avoir été jusqu'ici de 57 secondes. Mais *Euler* et *Laplace* ont prouvé, par des calculs subtils et profonds, que cette diminution provient de l'attraction mutuelle de toutes les planètes dont les orbites, diversement inclinées, cherchent constamment à se confondre dans un même plan; d'où il ne résulte que des inégalités temporaires, contenues entre des limites fixes. Le soleil contribue surtout à ramener constamment toutes ces variations au point d'où elles étaient parties. Sans la force attractive du soleil, les planètes, surtout Ju-

piter et Vénus, seraient à même de changer l'obliquité de l'écliptique de 10 à 12 degrés. Mais le puissant monarque du système planétaire réprime ces efforts, et empêche que l'obliquité ne puisse jamais varier de plus de 2 à 3 degrés. En général, tout le système du monde semble aujourd'hui osciller autour d'un état moyen, d'où il ne s'éloigne que très-insensiblement de côté et d'autre. Les combats violens des grandes forces de la nature ont cessé; nous vivons dans une époque de calme physique.

LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme le séjour des êtres organiques. — Première section : De la Distribution géographique des végétaux.

Nous avons décomposé le globe terrestre en ses parties solides, liquides et aériformes. Passons à la considération de ces êtres innombrables qui étalent sur tous les points de ce globe le spectacle de la vie, qui en embellissent la surface, qui en consument les inépuisables sucs nourriciers, et, par un sort commun, y trouvent mille tombeaux divers. Sans doute ces productions et ces habitans de la terre n'y sont point disséminés au hasard; des lois générales ont assigné à chaque classe de ces êtres organiques, son berceau et sa tombe; ces lois, nous devons les étudier avant d'entreprendre la description des diverses parties du monde.

Par leur abondance, et par leurs rapports intimes avec le sol, les *végétaux* réclament la première place. C'est à la botanique à examiner en détail les trésors du règne végétal, ces fleurs brillantes et passagères, ces calices qui

Du choix de leurs parfums embarrassent l'abeille;

ces étamines, ces pistils, tous ces organes des amours innocentes, ces ovaires qui survivent à l'enveloppe maternelle, et en se développant deviennent des fruits succulens; ces germes qui, sous un mince volume, renferment l'espoir des générations à venir; toutes ces charmantes merveilles revêtues de tant de formes, et produites par le jeu simultané de tant de forces diverses, que l'on croirait volontiers la nature occupée de ce soin unique, si l'on ne savait que

ce sont là ses moindres ouvrages. La géographie physique s'occupe de la distribution du règne végétal, et y trouve assez de matière à admirer cette sagesse qui a présidé à la production de l'univers (1).

La température de l'air paraît seule mettre des bornes physiques à l'extension d'une espèce végétale. L'échelle de la chaleur atmosphérique sert aussi d'échelle ordinaire aux progrès de la végétation. Voilà pourquoi sous le climat brûlant de la zone torride, on n'a qu'à s'élever sur les montagnes pour jouir des fruits et des fleurs de la zone tempérée. *Tournefort* trouva au pied du mont Ararat les végétaux ordinaires de l'Arménie; au milieu, ceux de l'Italie et de la France; sur le sommet, ceux de la Scandinavie (2). *Forster* vit plusieurs plantes des Alpes sur les montagnes de la Terre de Feu (3). Si les vallées des Andes sont ornées de bananiers et de palmiers, les régions plus élevées de cette chaîne nourrissent des chênes, des sapins, des vinettiers, et une foule de genres communs au nord de l'Europe (4). L'homme, profitant de cette disposition, a transporté et disséminé presque sur toute la surface du globe ces *graminées* qui lui fournissent sa principale nourriture. Quelques autres plantes utiles ont été rendues communes à tous les climats par la nature même. Les *plantes antiscorbutiques*, si salutaires pour le navigateur languissant

(1) *Humboldt*, Essai sur la Géographie des plantes. *Stromayer*, Specimen geographiæ botanicæ. Gottingæ, 1804. *Bergmann*, Geograph. phys., sect. VI.

(2) Tout le monde sait que la hauteur plus ou moins grande des stations donne à la végétation les plus grands rapports avec celle des régions plus ou moins rapprochées du pôle. Ainsi M. Gaudin, dans sa *Flora helvetica*, fait remarquer qu'il existe en Suisse un grand nombre de plantes qui vivent sur les côtes de l'océan Glacial arctique, soit en deçà, soit au-delà du cercle polaire. Il ajoute même que plus des trois quarts des plantes de la Laponie font partie de la Flore helvétique. J. H.

(3) *Bemerkungen*, p. 154 (en allemand).

(4) *Humboldt*, Essai sur la Géog. des plantes, p. 34.

dans sa prison flottante, sont répandues partout où il y a encore un germe de vie. On trouve du cresson, de la chicorée, de l'oseille sauvage sur les rivages toujours glacés de la baie d'Hudson, et dans la Sibérie, aussi bien que dans ces heureuses îles, éparses au milieu de l'océan Pacifique (1). Les arbustes qui se chargent de *baies* et de petits fruits agréables au goût, viennent dans les pays les plus inhabités. Dans le Groënland même, le groseillier porte de très-bons fruits. La Laponie possède une ressource dans ses arbustes, tels que l'épine-vinette, le mûrier rampant, l'airellier et autres.

Ni le froid extérieur, ni l'absence de la lumière, n'arrêtent entièrement la vie végétale. Les cavernes et les mines donnent naissance à un certain nombre de plantes, surtout des cryptogames (2). Plusieurs saxifrages et renoncules, les saules rampans, ainsi que tous les lichens, aiment le froid. La neige, loin d'empêcher les fonctions vitales de ces végétaux, les garantit de l'effet des gelées, et leur fournit en abondance l'oxigène qu'elle contient, et qui, en accroissant leur vigueur, accélère la germination des semences (3). Ramond a constaté que des plantes cachées pendant plusieurs années sous la neige, y avaient continué de vivre (4). L'organisation des plantes alpines ou polaires se prête à une croissance et à un développement si rapides, qu'un petit nombre de jours chauds leur suffit pour fructifier (5). Peut-être même la neige éternelle pourrait être le séjour d'une sorte de végétation; au moins Saussure y a

(1) *Anderson*, troisième voyage de Cook, *passim*.

(2) *Scopoli*, Diss. ad scient. natur., p. I, p. 84-120. *Humboldt*, Floræ Friberg. subterr., etc.

(3) *Hassenfratz*, Journ. de l'École polytechnique, 4e cahier, an IV, p. 570-576.

(4) *Ramond*, Observat., p. 51.

(5) *Martens*, Voyage au Spitzberg, p. 54 (en allemand). *Linnæi*, Flor. Lapp. præf., p. XX.

trouvé une poussière rougeâtre, dont la nature, très-probablement végétale, n'est pas encore suffisamment éclaircie (1). Patrin et Sokolof ont vu, en Daourie, des terrains couverts de végétaux, quoique entièrement environnés de neiges éternelles (2).

La chaleur extrême arrête encore moins la force productive de la nature dans le règne végétal, pourvu qu'elle soit accompagnée d'humidité. On voit des plantes naître non seulement sur les bords des sources chaudes, mais même au sein de ces eaux qui semblaient devoir les faire périr. On en trouve des exemples depuis l'Islande jusqu'au Cap, et depuis le Kamtchatka jusqu'à l'île d'Amboine (3). Les exhalaisons sulfureuses et les mofettes des cavernes volcaniques semblent n'exercer sur la végétation qu'une influence lente, bornée; tandis qu'elles donnent aux animaux une mort instantanée (4).

C'est l'absence de l'humidité qui oppose à la végétation les obstacles les plus redoutables. Voyez sous l'équateur, comme vers le pôle, ces déserts sablonneux condamnés à une éternelle stérilité! Aucune goutte de pluie ne saurait s'arrêter dans ce sol incohérent et toujours remué par les vents; aucun germe ne saurait s'y fixer. C'est sans doute à des causes à peu près semblables qu'il faut attribuer la nudité de plusieurs montagnes, dont les flancs escarpés ou les sommets aplatis n'offrent aucun abri aux colonies

(1) Cette poussière, observée par Saussure, est probablement la même que celle qui donne une couleur rouge brillante aux neiges perpétuelles du Groënland, et qui n'est que le végétal appelé *uredo nivalis* dont nous avons déjà parlé à propos des phénomènes atmosphériques. J. H.

(2) *Patrin*, Voyage, p. 19.

(3) *Olafsen* et *Povelsen*, Voyage en Islande, en allemand, II, p. 31 et 181. *Krascheninikow*, Kamtchatka, en allemand, p. 91. *Sparman*, Voyage, en allemand, p. 142. *Labillardière*, tome I, p. 324.

(4) *Soulavie*, Œuvres d'Hamilton, p. 246. *Smiths*, Tour, etc, II, p. 103.

végétales que les vents y font aborder; tandis que d'autres montagnes, à une température plus froide, conservent encore quelques plantes. Par exemple, on voit, dans le Derbyshire, une colline qui ne produit aucune herbe, parce que ses flancs se décomposent journellement en lamelles schisteuses qui roulent en bas (1).

La pression de l'atmosphère exerce une influence frappante sur la configuration et la vie des plantes. Les végétaux vivent principalement par leur surface; de là leur grande dépendance du milieu qui les entoure. Les animaux obéissent plutôt à des *stimulus* intérieurs, et se donnent la température qui leur convient. La respiration par l'épiderme est la plus importante fonction vitale des plantes; et cette fonction, en tant qu'elle sert à évaporer et à sécréter des fluides, dépend de la pression de l'atmosphère. C'est pourquoi les plantes alpines sont plus aromatiques, plus garnies de poils, et couvertes de nombreux vaisseaux sécrétoires. Au contraire, elles croissent avec difficulté dans les plaines, où leur respiration par l'épiderme est dérangée, parce que la pression de l'air y est plus forte (2).

La nature chimique du sol montre son influence sur les végétaux plutôt en modifiant leur port, leurs sucs et leurs fruits, qu'en bornant leur extension. Pourtant le sel commun, dissous et répandu sur le sol en quantité, y rend la naissance des végétaux presque impossible (3). La fusion que subissent les laves, est probablement la seule cause qui y retarde pendant des siècles les progrès de la végétation, tandis que les cendres volcaniques donnent promptement naissance à de riches moissons ou à de beaux vi-

(1) *Kuttner*, Beytrage, etc., c'est-à-dire Mém. sur l'Angleterre, cahier 7, p. 30.

(2) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, p. 115, n. 14.

(3) *Forskal*, Flor. Egypt., p. 45. On a remarqué aussi que les primevères, les gentianes et les saxifrages habitent plus particulièrement les montagnes calcaires que tout autre terrain. J. H.

gnobles. En général, les terres ne servent guère que d'appui et d'abri aux plantes; elles se nourrissent de l'eau et des fluides huileux qui se rassemblent dans la terre, et que leurs racines sucent. Une faible quantité de terre, dissoute dans ces fluides, est absorbée par la plante. D'autres causes contribuent encore à la vie végétale; les plantes respirent par leurs trachées les divers fluides de l'atmosphère; la lumière, surtout, doit présider au phénomène chimique par lequel la nourriture de la plante s'assimile à sa substance. Les terres élémentaires que l'on retire d'une plante par l'analyse chimique, paraissent plutôt être le produit et le résidu de la digestion par laquelle le végétal s'assimile ses alimens, que des parties venues directement de la terre environnante (1). Les expériences de M. *Schrader* ont fait voir que des plantes qui végétaient dans du soufre sublimé, donnaient à l'analyse les mêmes terres que celles qui croissaient à la façon ordinaire (2). Ces observations, fournies par la physiologie végétale, peuvent expliquer pourquoi la terre siliceuse forme une si grande partie de la substance des végétaux, quoique les terrains calcaires se revêtent ordinairement d'une végétation plus vigoureuse et plus abondante que les terrains granitiques. La terre calcaire attire l'humidité, répand la chaleur, et fournit aux plantes de l'acide carbonique. Mais c'est la silice

(1) *Senebier*, Encycl. méthod. physiol. végét., tome I.

Une expérience, encore peu connue, vient à l'appui de ces faits: elle eut lieu, dans ces dernières années, au printemps, en Sibérie, vers le 60e degré de latitude. Un curieux mit une pomme de terre dans un vase rempli de terreau, qu'il enterra ensuite dans une couche de même engrais, en sorte que la plante n'avait pour aliment que le terreau. A l'époque de la maturité du tubercule, celui-ci avait absorbé tout l'engrais; il n'en restait plus dans le vase, qui se trouvait si complètement rempli par le végétal, que tous les tubercules n'en formaient qu'une masse qui remplissait toute la capacité du vase. J. H.

(2) *Schrader*, deux Mémoires couronnés sur la nature des parties terreuses des plantes. Berlin, 1800, en allemand.

qui domine dans la meilleure terre végétale (1). La terre siliceuse abonde aussi dans les graminées et dans plusieurs joncs. On a trouvé dans les cendres de la paille de seigle, jusqu'à 70 pour cent de silice. Les jointures du bambou renferment des cristallisations de pure silice (2). Il y a pourtant d'autres plantes qui sont comme imprégnées de terre calcaire, telles que le *chara vulgaris*, l'*hypnum crista castrensis*, la *neckera dendroïdes*, et quelques autres cryptogames (3). Encore d'autres plantes, telles que la *salsola kali*, les salicornes, les mésembryanthèmes, nagent pour ainsi dire dans une dissolution de natron.

On peut réduire toutes les substances que la chimie retire des végétaux, à quatre élémens, savoir: l'oxigène, l'hydrogène, l'azote et le carbone. L'alcali qu'on extrait de plusieurs végétaux, doit probablement son origine à l'azote; le *tannin*, principe astringent qu'on trouve dans l'écorce, les racines et les feuilles de quelques arbres, semble être du carbone dans un état particulier. Tout est incertitude dans la physiologie végétale, et la géographie des plantes n'en peut encore emprunter qu'un très-petit nombre de principes.

Ce qu'il y a de certain et d'évident, c'est que la force végétative embrasse toute l'étendue du globe, depuis un pôle à l'autre, et depuis les sommets des Andes, où le lichen rampe sur les rochers les plus durs, jusqu'au sein de la mer, d'où s'élèvent les prairies flottantes d'algues et de fucus. Le froid et la chaleur, la lumière et l'ombre, les terrains fertiles et les déserts, chaque lieu et chaque température a son genre de végétation qui s'y plaît et pro-

(1) Expériences de *Fourcroy*, de *Giobert*, etc. Encycl. nat., Phys. végétale, tome I, p. 276.

(2) *Lampadius*, Samlung praktischer Abhandl., III, p. 187. *Davy*, Journal de Nicholson, vol. II, n° 27, p. 56. *Macie* et *Russel*, Philosoph. Transact., vol. LXXX et LXXXI.

(3) *Humboldt*, Aphorismen, p. 105-106.

spère (1). Les cryptogames se ramifient même sur les sombres voûtes des mines et sur les parois des cavernes les plus profondes.

La marche que suit la végétation dans ses conquêtes sur la matière inorganique, offre des gradations remarquables. « Que du fond de la mer, dit M. de Humboldt, un volcan soulève tout à coup au-dessus des flots bouillans un rocher couvert de scories, ou, pour rappeler un phénomène moins terrible, que des néréides réunies (2) élèvent leurs demeures cellulaires pendant des milliers d'années, jusqu'à ce que, se trouvant au-dessus du niveau de la mer, elles meurent, après avoir ainsi formé une île aplatie de corail; la force organique est déjà prête pour faire naître la vie sur ce rocher. Qui peut y porter si soudainement des semences? Sont-ce les oiseaux voyageurs, les vents ou les vagues de la mer? C'est ce que le grand éloignement des côtes rend difficile à décider. Mais à peine l'air a-t-il touché la pierre nue, que, dans les contrées septentrionales, il se forme à sa surface un réseau de filets veloutés qui, à l'œil nu, paraissent des taches colorées. Quelques uns sont bordés par des lignes saillantes, tantôt simples, tantôt doubles; d'autres sont traversés par des sillons qui se croisent. A mesure qu'ils vieillissent, leur couleur claire devient plus foncée. Le jaune qui brillait au loin se change en brun, et le gris bleuâtre des *lepraria* prend insensiblement une teinte de noir poudreux. Les extrémités des enveloppes vieillissantes se rapprochent et se confondent; et sur le fond obscur se forment de nouveaux lichens de forme circulaire et d'un blanc éblouissant. C'est ainsi qu'un réseau organique s'établit par couches successives. Où le chêne majestueux élève aujourd'hui sa tête aérienne, jadis de minces lichens couvraient la roche dépourvue de terre. Des mousses, des

(1) *Linnée*, Amœnitat. acad., IV, 64.

(2) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 15.

graminées, des plantes herbacées et des arbrisseaux, remplissent le vide de ce long intervalle, dont la durée ne peut être calculée. L'effet produit dans le nord par les lichens et les mousses, l'est, dans la zone torride, par le pourpier, le gomphrena, et d'autres plantes basses habitantes des rivages. »

Cette belle observation tend à établir des *époques* dans l'histoire de la propagation successive des plantes qui couvrent aujourd'hui la terre. Sans doute lorsque la végétation étendait déjà son tissu de verdure sur les montagnes primaires et secondaires, on voyait encore les terrains tertiaires, à peine desséchés, couverts d'un limon fangeux, et semés de quelques plantes languissantes, de joncs, de mousses et d'épais buissons d'osier et de saules. Les Grecs prétendaient que les hommes, les animaux et les plantes avaient long-temps habité les montagnes avant que de se répandre dans les plaines et sur les côtes (1). Tacite nous peint la Germanie remplie de marais inaccessibles, aujourd'hui en grande partie desséchés. Rudbeck lui-même convient que, d'après les traditions indigènes, les parties basses de la Scandinavie offraient le même aspect (2). Ainsi, l'histoire semble confirmer l'hypothèse si savamment développée par *Lacépède* et *Ramond* (3), d'après laquelle on doit regarder les grandes chaînes de montagnes comme autant de centres d'où la population végétale, aussi bien qu'animale, s'est répandue sur le reste du globe.

En effet, les chaînes des Alpes, de l'Atlas et du mont Taurus, le plateau central de l'Asie, celui de l'Afrique méridionale, les Andes, les Alleghanys, semblent être la patrie des végétaux qui couvrent les contrées situées à leurs

(1) *Plat.* de Leg., III, Oper. II, p. 677, edit. Serran. *Aristot.*, Météorol., II, 13. *Strab.*, Géog., l. XIII, 407, éd. Cas.

(2) *Rudbeck*, Atlantica, I, p. 45. *Torfæi*, Hist. Norv., I, p. 111.

(3) Mémoires de l'Institut et Annales du Muséum.

pieds. A ces grands centres du règne végétal, le progrès des découvertes joindra bientôt les plateaux ou les chaînes de montagnes qui doivent occuper l'intérieur de la Nouvelle-Hollande et le nord-ouest de l'Amérique.

Ce serait, selon nous, dénaturer entièrement une idée juste et évidente, que de vouloir encore réduire ces centres de la vie végétale et animale à un seul centre, ainsi que l'ont fait plusieurs savans, trop attachés au système invraisemblable d'une retraite lente et uniforme de la mer. La force organique dont la matière a été animée, n'aurait-elle agi dans l'origine que sur un seul point du globe? La nature n'aurait-elle pas, sur les rivages du Sénégal, exercé le même pouvoir qu'aux bords du Gange? Pourquoi les blés seraient-ils nés en Tatarie avant que de naître en Europe? Pourquoi l'Espagne et l'Italie n'auraient-elles pas produit des oliviers sauvages, puisque la Perse, bien plus froide, en est couverte? On exagère beaucoup les prétendues migrations des plantes. On veut, par exemple, que l'Europe ait reçu le froment et l'orge de la Tatarie; le noyer, de la Perse; l'olivier, de la Syrie; la vigne, des bords de la mer Caspienne; enfin, on accumule des témoignages historiques pour prouver que presque toutes nos plantes utiles sont venues d'Asie (1); mais toutes ces observations des anciens peuvent se rapporter uniquement à la *culture* d'une plante et non pas à son origine. Sans doute, Lucullus a le premier amené de Cerasonte en Pont les cerisiers cultivés depuis en Italie; mais en rapportant ce fait, Pline nous dit que les cerises de Lusitanie étaient les plus estimées dans la Gaule Belgique, et que la Macédoine en produisait une espèce particulière (2). Aurait-il parlé de la sorte si les ceri-

(1) *Heyne*, Opusc. acad., vol. I, p. 330-383. *Linnée*, Coloniæ plantarum, etc. *Sprengel*, cité par *Humboldt*, Tableaux de la nature, I. *Dureau de la Malle*, Aperçu de l'origine des plantes céréales, *Annales des voyages*, X, 321 *sqq.* — (2) *Plin.*, lib. XV, cap. 25.

siers de Macédoine et de Lusitanie descendaient de ceux du Pont? Le même auteur semble convenir que la vigne était indigène en Gaule (1). La tradition unanime de l'antiquité fait naître en Sicile ou dans l'Attique la culture du froment, culture contemporaine des premiers essais de législation (2). Une espèce de seigle, connue sous le nom celtique d'*arinca*, conservé dans le terme dauphinois *riguet*, était indigène dans les Gaules (3). Ces exemples, qu'il serait aisé de multiplier, prouvent que les plantes céréales, et en général les végétaux de l'Europe, peuvent se passer de l'honneur d'une origine étrangère. D'un autre côté, l'on ne saurait nier que les migrations de l'homme aient singulièrement influé sur l'extension géographique des plantes. Non seulement l'homme transporte à dessein le cafeyer de l'Arabie aux îles de Colomb, et la patate de l'Amérique aux rivages de l'Europe; mais même le simple hasard, en laissant une graine étrangère se mêler à un ballot de marchandise, a répandu plusieurs plantes du Brésil aux environs de Lisbonne, et quelques unes de celles du Portugal sur les côtes voisines de Falmouth et de Plymouth en Angleterre.

Il y a dans la dissémination des plantes plusieurs singularités difficiles à expliquer et même à définir. Quelques plantes semblent vivre en société et occuper exclusivement de vastes terrains, d'où elles bannissent tout autre végétal. C'est ainsi qu'à travers le Jutland, le Holstein, le Hanovre, la Westphalie et la Hollande, on peut suivre une longue chaîne de collines uniquement couvertes de la bruyère ordinaire et de la bruyère *tetralix*. Depuis des siècles, les peuples agriculteurs combattent avec peu de succès contre la marche progressive de ces phalanges végétales (4). Il est

(1) *Plin.*, lib. XIV, 3, 9. — (2) *Pausan.*, In Arcad. *Callim.*, Hymn. in Cerer. *Plin.*, VII, 56. — (3) *Plin.*, XVIII, 8.

(4) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 47.

encore singulier que le genre *erica* ne se trouve que sur un des côtés de notre planète (1). Parmi les cent trente-sept espèces de bruyères, connues jusqu'à présent, on n'en rencontre pas une seule dans le nouveau continent, depuis la Pensylvanie et le Labrador jusqu'à Nootka et Alaschka. Elles paraissent même peu communes en Asie. On voit d'autres fois des sauts singuliers dans la distribution des plantes. La plupart des arbres forestiers de l'Europe, même les plus robustes, disparaissent vers les monts Ouraliens, et surtout vers les bords du Tobol et de l'Irtysch : ils ne croissent pas en Sibérie, quoique sous le même climat; le chêne, le noisetier et le pommier sauvage, suivent cette commune loi; on en chercherait en vain un pied depuis le Tobol jusqu'à la Daourie; pourtant les deux premiers reparaissent tout à coup sur les bords de l'Argoun et de l'Amour; le dernier se montre de nouveau dans les îles Aléoutiennes (2).

Ces remarques doivent faire sentir combien il serait difficile d'indiquer avec certitude des *régions* de géographie botanique, objet qui d'ailleurs semble appartenir à la partie

(1) Ce genre occupe, sur une faible largeur, la vaste étendue de côtes qui se prolonge en Afrique, depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au détroit de Gibraltar, et en Europe depuis Cadiz jusqu'au cap Nord.

J. H.

(2) *Géorgi*, Description de la Russie, IIIe tome, 5e partie, p. 1301, 1305, 1015.

Les plantes de l'Afrique septentrionale se propagent en Italie par trois routes différentes : celles de la Libye se trouvent en Grèce, en Sicile et en Calabre; celles des côtes africaines qui bordent la Méditerranée, se retrouvent en Sardaigne et en Corse; celles des côtes de l'Afrique occidentale s'étendent en Espagne, en Provence et dans les environs de Gênes. Les principales de ces dernières qui, étant communes à l'Afrique orientalo-septentrionale, ne dépassent pas les montagnes de Gênes, sont l'*iris sisyrinchium*, le *cerinthe aspera*, le *convolvulus tricolor*, les *prasium majus* et *minus*, et le *scabiosa urceolata*. Celles de l'Afrique septentrionalo-occidentale, et qui ne se trouvent pas dans l'Italie méridionale, sont l'*aphyllanthes monspelliensis*, le *cneorum tricoc-*

de ce *Précis* qui contient les descriptions particulières des divers pays. Ici nous devons nous borner à quelques aperçus sur l'aspect et les avantages de la végétation dans les diverses *zones* du globe.

La zone glaciale renferme peu d'*espèces;* mais, comme dans les courts momens de l'été polaire la végétation est très-rapide, ces espèces deviennent plus nombreuses en individus, que l'on ne le croit communément. La verdure de l'été polaire se borne aux coteaux exposés au midi; elle est momentanée, mais elle est quelquefois brillante. Outre la mousse et les *lichens*, on y voit surtout des *fougères*, des *plantes rampantes* et des *arbustes* à baies, tels que les groseilliers, les *rubus chamæmorus*, les *rubus arcticus* et les divers *vaccinium*, ressources et délices de la Sibérie et de la Laponie. Nulle part ces fruits n'abondent davantage, nulle part ils n'ont autant de saveur. La zone glaciale admet aussi quelques arbres, surtout des *bouleaux* et des *saules;* mais ils restent nains toute leur vie, et ne s'élèvent qu'à un ou deux pieds. Tel est cependant le privilége du climat de l'Europe; la Laponie, qui est presqu'en totalité

cum, le *teucrium lucidum*, l'*elæagnus angustifolia*, le *buplevrum fruticosum*, etc. Enfin les plantes de l'Afrique septentrionale, qui ne se rencontrent ni sur les plages occidentales de l'Europe, ni dans l'Italie méridionale, mais qui vivent en Sardaigne, en Corse, et aux environs de Gênes, sont l'*iris juncea*, l'*orchis acuminata*, le *scrophularia melliferа*, le *ranunculus flabellatus* et le *carthamus creticus*.

On a remarqué que le *phalangium bicolor*, que l'on voit paraître aux environs d'Alger, traverse l'Espagne et les Pyrénées, et continue sa marche jusqu'en Bretagne; que le *menziezia polyfolia* se trouve en Portugal, dans le sud-ouest de la France, et jusqu'en Irlande; que le *ramondia pyrenaïca* suit toutes les vallées qui sillonnent dans la direction du nord les deux versans des Pyrénées, tandis que celles qui se dirigent dans un autre sens en sont tout-à-fait dépourvues. D'autres enfin semblent avoir franchi l'immensité des mers pour se montrer sur les points les plus éloignés : quelques cryptogames, qui habitent les côtes occidentales de l'ancienne Bretagne, ont été retrouvées à l'extrémité de l'Amérique australe et dans les îles Malouines. J. H.

située dans la zone glaciale, produit du seigle, des légumes, et aurait, selon M. *de Hermelin*, de belles forêts, si une mauvaise économie n'avait pas entraîné leur destruction. Comme les mousses, les lichens de l'Islande et du Groënland se retrouvent sur les Alpes et les Pyrénées, on peut dire que la zone glaciale ne possède aucune espèce végétale exclusivement.

La zone tempérée boréale doit, sous le rapport du règne végétal, être partagée en deux moitiés; mais la limite de ces demi-zones varie, selon le climat local, depuis le 50e jusqu'au 40e parallèle.

Sur la limite de la zone tempérée et de la glaciale, commence l'éternelle verdure des pins et des sapins, ces arbres dont la forme se rapproche de la cristallisation, et qui, au milieu des hivers, conservant la chaleur de la vie, ressemblent aux peuples du nord qui, dans leur âpre climat, développent toutes les ressources du génie et du courage.

Plusieurs arbres fruitiers, les pommiers, les poiriers, les cerisiers, les pruniers; certains légumes, comme le chou, les pois, les raves, viennent mieux ou sont plus cultivés dans la moitié septentrionale de la zone tempérée. Le lin et le chanvre y sont indigènes. La verdure y est plus brillante, surtout dans les pays maritimes. A mesure qu'on y avance, le chêne, l'érable, l'orme, le tilleul, prennent le dessus sur le pin et le sapin. Les fruits plus délicats; l'olive, le citron, l'orange, la figue, et parmi les arbres sauvages, le cèdre, le cyprès, le liége, appartiennent plus spécialement à la partie la plus méridionale de la même zone. Il y a même une différence sensible entre la culture des légumes au-delà et en-deçà du 45e degré. Les fèves, les lentilles et les artichauts, paraissent indigènes au sud de cette ligne; les oignons y ont moins d'âcreté; plusieurs végétaux délicats ou aromatiques (comme les *truffes*) ne viennent pas dans la même perfection au nord de ce parallèle.

La *vigne* et les *mûriers* occupent le milieu entre le 30e et le 50e parallèles. Disons même que si la vigne a suivi la civilisation jusqu'au 50e degré et au-delà, ce n'est qu'en France, en Allemagne et en Hongrie, partie du globe trop petite pour ne pas être regardée comme une exception. La véritable patrie de la vigne est au sud du 45e degré; les peuples qui habitent au nord de ce parallèle, arrachent à leur sol, à force de travail et de science, ce que la nature prodigue à l'ignorance des vignerons d'Italie et à la paresse de ceux d'Espagne.

Les *pêches*, les *abricots*, les *amandes*, les *cognassiers*, les *châtaignes* et les *noix*, craignent également le voisinage du tropique et celui du cercle polaire.

Quant aux céréales, l'*avoine* et l'*orge* sont les espèces qui s'accommodent le mieux du froid; l'orge surtout semble allonger ou raccourcir la période de sa vie végétale, d'après la durée des étés; en Laponie et à Olekminsk, en Sibérie, elle mûrit en sept à huit semaines; malgré cette étonnante rapidité de croissance, l'hiver de Sibérie la surprend quelquefois (1). Entre le 60e et le 40e degré, l'agriculteur plus heureux remplit ses granges de *seigle*, de *froment*, de millet, de *blé sarrasin;* riche de ces trésors, il n'envie point à des climats plus méridionaux, et situés vers le tropique, leur *riz*, leur *maïs*, et autres espèces semblables. Ces blés, moins favorables à la santé et à la vigueur de l'homme, peuvent même réussir jusqu'à la latitude de 50 degrés; mais une bonne économie rurale leur préfère des cultures moins incertaines.

L'Européen né au nord des Alpes, est sujet à se former une fausse idée du caractère de la zone comprise entre le 40e et le 25e degré de latitude. Sortant de nos belles forêts de chênes, de nos vergers rians, accoutumé à fouler même dans l'été un beau gazon, il franchit les Alpes, les

(1) *Géorgi*, Description de la Russie, III, 716.

Cévennes, les Pyrénées; il est frappé de l'aspect nu et brûlé de la Provence, de l'Italie ou de l'Espagne; il se représente au-delà de la Méditerranée les vastes mers de sables de l'Afrique, et il est tenté de croire que toute cette zone est naturellement dénuée d'arbres : il se trompe. Il est vrai que dans tous les pays voisins de la Méditerranée, et où domine le calcaire secondaire, une partie de la superficie du sol n'est qu'un rocher nu. La beauté pittoresque de l'Italie a surtout pour cause le contraste agréable qu'offrent la roche inanimée et la végétation vigoureuse éparse çà et là sur sa surface. Mais partout où cette roche moins crevassée retient l'eau à la surface de la terre, comme sur les bords enchantés du lac d'Albano, l'Italie a ses forêts de chênes aussi touffues et aussi vertes que celles qu'on admire dans le nord de l'Europe (1). Les grands déserts ou mers de sables de l'Afrique, sont un phénomène local et qui ne tient point aux zones, puisqu'il se répète en Perse et en Tatarie sous une latitude beaucoup plus élevée. C'est un haut fonds de l'ancienne mer du globe, si l'on admet la théorie de Deluc.

Il faut cependant convenir que la zone tempérée chaude, ou celle du 40e jusqu'au 25e parallèle, offre en général moins d'humidité constante et une végétation moins belle que la zone tempérée froide; il n'y a d'exception que pour les États-Unis et la Chine, régions où, par une suite de la situation géographique, le climat de la zone tempérée froide et celui de la zone torride, se touchent immédiatement, et souvent alternent ensemble, ce qui y produit le mélange le plus agréable de la végétation boréale et de celle des régions équatoriales.

La *zone torride* possède des richesses végétales que l'on désirerait en vain naturaliser dans les autres régions du globe. C'est elle qui voit mûrir les fruits les plus succulens

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, I, 20.

et les aromates les plus piquans; toute la végétation y a plus de force, plus de variété et plus d'éclat; les rayons ardens du soleil y érigent la plante en arbuste, et l'arbuste en arbre; ce n'est pas une simple sève qui coule dans les veines des végétaux, ce sont des baumes, des gommes, des sucs qui flattent et excitent le goût difficile et émoussé du voluptueux Européen, des remèdes précieux et uniques contre ces maux qui assiégent l'humanité. Quel paradis, si l'on pouvait y transporter la civilisation et la morale! C'est là que s'élèvent la *canne à sucre*, le *cafeyer*, le *palmier*, l'*arbre à pain*, le *pisang*, l'immense *baobab*, les *choux palmistes*, le *cacao*, la *vanille*, la *cannelle*, la *noix muscade*, le *poivrier*, le *camphrier*, etc. Il y a encore beaucoup de bois de teinture et des espèces particulières de blé, comme le *durra*, le *holcus*, le *cambu*, le *kébru*, qui appartiennent presque exclusivement à la zone torride, tandis que cette zone n'est privée d'aucune espèce de celles qui viennent sous un ciel moins ardent. La plante qui, en Sibérie, végète dans la plaine, se trouve aux plus hauts sommets des montagnes sous la ligne; et les flancs de ces mêmes monts représentent la zone tempérée.

L'aspect de la végétation, sous l'équateur, enchante l'imagination; c'est là que les plantes déploient les formes les plus majestueuses. De même que, dans les frimas du nord, l'écorce des arbres est couverte de lichens et de mousses, de même entre les tropiques le *cymbidium* et la vanille odorante animent le tronc de l'*anacardium* et du figuier gigantesque. La verdure fraîche des feuilles du *pothos*, contraste avec les fleurs des orchidées, variées de mille couleurs bizarres. Les *bauhinia*, les grenadilles grimpantes et les *banisteria* aux fleurs d'un jaune doré, enlacent le tronc des arbres des forêts. Des fleurs délicates naissent des racines du *theobroma-guazuma*, ainsi que de l'écorce épaisse, rude et noircie, du calebassier et du *gustavia*. Au milieu de

cette végétation si riche et de cette confusion de plantes grimpantes, le naturaliste a souvent de la peine à reconnaître à quelle tige appartiennent les feuilles et les fleurs. Un seul arbre orné de *paullinia*, de *bignonia* et de *dendrobium*, forme un groupe de végétaux qui, séparés les uns des autres, couvriraient un espace considérable (1). Dans la zone torride, les plantes, plus abondantes en sucs, offrent une verdure plus éclatante, et des feuilles plus grandes et plus brillantes que dans les climats du nord. Les végétaux qui vivent en société et qui rendent monotone l'aspect des campagnes de l'Europe, manquent presqu'entièrement dans les régions équatoriales. Des arbres deux fois aussi élevés que nos chênes, s'y parent de fleurs aussi grandes et aussi belles que nos lis. Sur les bords ombragés de la rivière de la Madeleine, dans l'Amérique méridionale, croît une aristoloche grimpante, dont les fleurs ont quatre pieds de circonférence. Les enfans s'amusent à s'en couvrir la tête. Ajoutez à ce tableau les formes gigantesques des baobabs, dont la circonférence s'étend quelquefois à 80 pieds, et la taille élégamment hardie des *eucalyptus* et des palmiers à cire qui, atteignant de 150 à 180 pieds d'élévation, forment des portiques aériens au-dessus des forêts.

La hauteur prodigieuse à laquelle s'élèvent sous les tropiques, des contrées entières, et la température froide de cette élévation, procurent aux habitans de la zone torride un coup d'œil extraordinaire. Outre les groupes de palmiers et de bananiers, ils ont aussi autour d'eux des formes de végétaux qui semblent n'appartenir qu'aux régions du nord. Des cyprès, des sapins et des chênes, des épines-vinettes et des aunes qui se rapprochent beaucoup des nôtres, couvrent les cantons montueux du sud du Mexique, ainsi que la chaîne des Andes sous l'équateur.

La zone tempérée australe viendrait maintenant termi-

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 60.

ner le tableau phytographique du globe, si on osait assurer que sous le rapport de la végétation, il existe une zone semblable. Mais il semble que les trois extrémités de l'Amérique, de l'Afrique et de la Nouvelle-Hollande, comprises dans cette zone, ne contiennent que des colonies végétales, qui, de la zone torride de chacune de ces régions, se sont répandues au sud. D'après ce point de vue, il est probable que la végétation de ces trois extrémités de continens, même lorsqu'elle sera mieux connue, offrira plutôt des scènes locales qu'un tableau général.

Essayons maintenant de donner un aperçu de la végétation marine(1).

Lamouroux, à qui l'on doit de nombreuses recherches sur la distribution des végétaux marins, a fait judicieusement observer que, de même que les plantes les moins compliquées dans leur organisation, telles que les agames, semblent braver les chaleurs les plus vives et les froids les plus rudes, et vivent par conséquent aussi bien sous la zone torride que sous la zone glaciale; quelques hydrophytes des eaux salées, les *ulvacées*, par exemple, végètent indifféremment dans les mers équatoriales et sur les rochers marins du Groënland. Mais les nuances de végétation que nous avons remarquées aux différentes hauteurs pour les plantes terrestres, ne paraissent pas applicables aux plantes qui habitent le sein des mers. « Soumises, dit Lamouroux, à l'influence de la couche d'eau qui les couvre, elles suivent les courbures des côtes, et la quantité des espèces peut diminuer en partant d'un point déterminé et suivant la direction des terres, mais cette diminution ne rayonne jamais. On ne peut pas compter comme une dimi-

(1) Afin de compléter le Livre relatif à la distribution géographique des plantes, nous le terminons par un passage sur les plantes marines, extrait de l'article *Végétation*, que nous avons publié dans l'*Encyclopédie méthodique*, et par un tableau qui indique le nombre de plantes que l'on connaît dans les diverses contrées de la terre. J. H.

nution rayonnante celle que présentent quelques genres, et qui a lieu d'une mer profonde vers la côte, ou des côtes vers la mer. Pour les hydrophytes, de même que pour les phanérogames, il y a des localités centrales où des formes particulières semblent dominer, soit dans des groupes de plusieurs genres, soit dans des groupes de plusieurs espèces. A mesure que l'on s'éloigne du point où elles se montrent dans toute leur beauté et dans toute leur profusion, ces formes perdent quelques uns de leurs caractères; elles se dégradent, se confondent avec d'autres, et finissent par disparaître pour faire place à de nouveaux caractères, à de nouvelles formes, entièrement différentes des premières. »

Le savant naturaliste à qui nous empruntons ce passage a reconnu qu'il existe des différences marquées dans les hydrophytes qui croissent à de grandes distances. Ainsi, dans le grand bassin atlantique, on voit, depuis le pôle jusqu'au 40° degré de latitude nord, une végétation différente de celle de la mer des Antilles et du golfe du Mexique, de celle de la côte orientale de l'Amérique du sud, de celle de l'océan Indien, de celle enfin de l'océan Pacifique et des parages de la Nouvelle-Hollande. Les hydrophytes de la Méditerranée et de la mer Noire diffèrent de celles des Océans; cependant on remarque aussi des différences, non seulement dans des mers voisines, mais dans différens parages de la même mer : ainsi la Méditerranée est peuplée de plantes que l'on retrouve dans la mer Noire, et cependant celles de la côte d'Alexandrie et de Syrie ne sont pas les mêmes que celles de Suez et du fond de la mer Rouge.

On sait que la végétation marine des Canaries n'est pas semblable à celle des Antilles; mais Lamouroux nous apprend aussi que les *laminaria pyrifera* des mers australes, remontent jusqu'à Valparaiso, c'est-à-dire jusqu'au 33° de-

gré de latitude, et que le *laminaria porroïdea*, que l'on observe dans les parages de Callao, remonte jusqu'à 600 lieues plus au nord; que cependant les hydrophytes des côtes du Portugal ne sont pas les mêmes que celles des côtes de la Normandie et de l'Angleterre.

D'après les faits recueillis par divers botanistes et confirmés par le savant qui nous a fourni ces généralités, il existe de grands rapports entre les plantes de la baie d'Hudson, de celle de Baffin, du Spitzberg, de l'Islande et de la Norvége boréale; mais les hydrophytes du détroit de Magellan n'ont plus d'identiques à la Nouvelle-Zélande ou sur la côte de Diemen. Entre les deux tropiques, les sargasses forment d'immenses prairies flottantes; au-delà du 30e degré de latitude, elles ne sont plus que par groupes isolés. Les laminaires, si communes dans les mers froides, deviennent rares sous le 40e degré; les conferves forment environ les deux tiers des plantes des mers du nord, la moitié de celles des côtes de France, et un peu plus du tiers de celles du golfe de Venise.

En se rapprochant des régions tempérées ou chaudes, le nombre des *fucacées* et des *floridées* augmente; ces dernières deviennent peu à peu trois ou quatre fois plus nombreuses que les précédentes; mais vers le 44e ou le 45e degré elles commencent à diminuer, tandis que les fucacées paraissent au contraire s'accroître. Les *dictyotées* augmentent depuis le pôle jusqu'à l'équateur; les *ulvacées*, au contraire, varient peu.

En attendant des observations plus exactes, ajoute Lamouroux, que celles qui ont été faites jusqu'à ce jour, on peut évaluer que les eaux douces et les côtes de France offrent au moins six cents espèces d'hydrophytes.

Les *sargasses*, communes entre les deux tropiques, dépassent rarement le 42e degré de latitude dans les deux hémisphères. Les *turbinaires* ne se trouvent jamais qu'entre

les deux tropiques ou dans leur voisinage. Les *cystoceires* dominent du 25e au 50e degré de latitude et sont rares au-delà; les vrais *fucus*, particuliers au bassin atlantique, se plaisent du 44e au 55e degré; les *laminaires*, communes sous les glaces polaires, sont très-rares au 36e degré : elles dominent entre le 48e et le 60e. C'est là que commencent à paraître les *desmaresties*, rares au 55e. Les *chordas*, plantes sociales que l'on observe en petit nombre aux Antilles, n'ont qu'une seule espèce en Europe. Les *claudées* ne vivent que sur les côtes de la Nouvelle-Hollande. Les *seminerves* se plaisent dans les régions voisines des tropiques; les *halyménies* dans la partie moyenne des zones tempérées; les *érinacées*, sous les tropiques. Les *laurencies*, les *hypnées* et les *acantophores*, sont plus répandues entre les tropiques que dans les régions froides ou tempérées : les *dumonties* appartiennent à ces dernières zones. Les *amansies*, rares partout, ne dépassent pas les tropiques. Les *dictyoptères*, les *padines* et les *dictyotées*, augmentent des pôles à l'équateur; les *flabellaires* n'existent que dans la Méditerranée. Les *bryopsis* appartiennent principalement à la zone tempérée; les *caulerpes* aux régions équatoriales; les *spongodiées* enfin, sont, pour ainsi dire, cosmopolites.

Telles sont, d'après Lamouroux, et dans l'état actuel de la science, les principales régions qu'habitent les hydrophytes. On voit que leurs stations sont généralement moins tranchées que celles des végétaux terrestres; mais c'est qu'aussi le milieu dans lequel elles vivent, est soumis à une température plus uniforme que celle à laquelle sont exposées les diverses régions terrestres.

TABLEAU COMPARATIF *du nombre d'espèces de plantes connues dans les diverses régions du globe.*

EUROPE.

43,281.

Laponie		1,210
SAVOIR :		
Dicotylédones	370	
Monocotylédones	210	
Acotylédones	630	
Suède		2,600
Gouvernement de Pétersbourg		1,500
Ile d'Helgoland		100
Danemark		1,540
Holstein		500
Environs de Berlin		900
Id. d'Iéna		1,200
Id. de Brunswick		1,200
Allemagne totale		4,881
SAVOIR :		
Dicotylédones	1,940	
Monocotylédones	507	
Acotylédones	2,434	
Grande-Bretagne		1,800
Irlande		1,500
Pays-Bas		2,200
Hongrie		2,000
Transylvanie		1,600
Environs de Constantinople		500
France		6,100
SAVOIR :		
Dicotylédones	3,080	
Monocotylédones	840	
Acotylédones	2,180	
Suisse		2,800
Italie. — Province de Côme		1,350
Id. — Province de Venise		800
Id. — Royaume de Naples		2,600
Péninsule hispanique		4,300

ASIE.

3,700.

Sibérie		1,000
Caucase et bords méridionaux de la mer Noire		2,400
Côtes de la Syrie		300

AFRIQUE.

4,380.

Égypte		1,030
SAVOIR :		
Dicotylédones	776	
Monocotylédones	192	
Acotylédones	62	
		47,911

		47,911
Côtes de Barbarie		2,100
Guinée		520
Ile Sainte-Hélène		70
Iles Canaries		540
Iles Tristan d'Acuñha		120
SAVOIR :		
Dicotylédones	20	
Monocotylédones	40	
Acotylédones	60	

AMÉRIQUE.

12,070.

Islande		650
SAVOIR :		
Dicotylédones	240	
Monocotylédones	140	
Acotylédones	270	
Montagnes rocheuses		300
États-Unis		3,020
Ile de la Jamaïque		1,400
SAVOIR :		
Dicotylédones	850	
Monocotylédones	420	
Acotylédones	130	
— Guadeloupe		900
— Saint-Barthélemy		350
Guyane française		1,250
SAVOIR :		
Dicotylédones	980	
Monocotylédones	240	
Acotylédones	30	
Colombie, Pérou, Brésil, etc.		4,200
SAVOIR :		
Dicotylédones	3,230	
Monocotylédones	670	
Acotylédones	300	

OCÉANIE.

7,500.

Java		3,000
Nouvelle-Hollande		4,500
SAVOIR :		
Dicotylédones	3,160	
Monocotylédones	900	
Acotylédones	440	
Total		70,831

LIVRE QUARANTE-CINQUIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre considérée comme le séjour des êtres organiques. — Deuxième section : De la distribution géographique des Animaux.

La force inconnue qui a répandu sur le globe la vie animale, et qui l'y entretient, n'a pas sans doute été circonscrite dans une seule région. Partout, la matière a dû s'animer à la voix du grand Etre; partout, les molécules élémentaires en se rapprochant, en se disposant en fibres, en muscles et en os, ont dû présenter le spectacle de cette *génération spontanée*, qui probablement a lieu tous les jours pour les *animaux infusoires*, pour ces *monades* que la vue armée même n'aperçoit que comme un point, pour ces *volvoces* qui ne sont qu'un globe de matière sans organes, pour ces *rotifères* qui, après être restés desséchés pendant plusieurs années, reprennent de la vie dès qu'on les humecte (1). Il est difficile de croire qu'il existe dans cette première tendance de la matière vers l'organisation, des différences fondées sur la position géographique des lieux.

Les *zoophytes* sont en grande partie si mal connus, et si difficiles à classer, qu'on ne saurait dire si chaque région maritime possède en propre telle ou telle espèce. Le *corail*, animal au dehors et rocher en dedans, les *madrépores* et les *millépores*, qui, au contraire, ont une enveloppe pierreuse, semblent n'exister que dans les régions chaudes, dans les mers échauffées par les rayons directs du soleil. Il y a sur le globe trois ou quatre *mers de corail*, *c'est-à-*

(1) Comp. *Cuvier*, Tableau élémentaire des animaux, p. 663.

dire peuplées de polypiers : d'abord, la partie du Grand-Océan où s'élèvent les îles basses, celles des Amis, la Nouvelle-Calédonie, les îles Salomon, et, en général, les étendues de mer comprises entre les diverses parties de l'*Océanie;* c'est là qu'à chaque pas le navigateur court risque d'échouer contre un roc de corail, s'élevant perpendiculairement, non d'une profondeur immense, comme on l'avait cru jusqu'à présent, mais d'un banc de sable ou d'un haut-fond (1) ; la deuxième région de ce genre s'étend depuis la côte de Malabar jusqu'à celles de Madagascar et de Zanguebar ; notre Méditerranée est la troisième région, mais le corail précieux qu'elle fournit, et qui est recherché depuis l'Afrique jusqu'au Japon, diffère essentiellement des grossières substances dont sont composées les îles de la mer du Sud. Les golfes d'Arabie et de Perse paraissent, d'après les anciens, être peuplés de zoophytes, qui y forment comme des forêts souterraines (2). La mer des Antilles et le golfe du Mexique doivent contenir beaucoup de madrépores. Mais qui connaît assez les diverses *holothuries*, *astéries*, *méduses*, et autres légers embryons d'êtres, pour assigner leur région natale ? Les laborieux voyageurs *Péron* et *Lesueur*, qui ont si bien observé les formes fugitives et délicates des zoophytes (3), ont trouvé le genre *pyrosoma* cantonné dans une seule région de la mer Atlantique, et ils pensent que chaque espèce de zoophyte a son domicile déterminé par la température qui lui est nécessaire.

L'abîme renferme encore des monstres qu'il est dangereux d'observer de près. Il nous paraît probable que la grandeur des poulpes varie selon la profondeur des mers où ils demeurent. Si le détroit de Messine, si la Manche

(1) Nous avons déjà, dans cet ouvrage, employé le terme de *haut-fond* pour désigner ce que l'on appelle improprement *bas-fond*. J. H.

(2) *Plin.*, Hist. nat., XIII, 25.

(3) Voyages aux Terres australes, I, 492, et l'atlas, pl. XXIX-XXXI.

en offre notoirement qui aient des bras de 10 pieds de long, pourquoi traiterait-on de fables les récits très-circonstanciés des anciens (1) et des modernes (2), qui parlent de poulpes pris dans la Méditerranée, dans la mer Atlantique et dans la mer des Indes, et dont les bras, d'après des mesures faites de sang-froid, se sont trouvés avoir 30 à 40 pieds de long? Ne serait-il pas même dans les règles de la saine critique de suspendre notre jugement à l'égard de ces monstrueux polypes, désignés en Norvége sous le nom de *kraken*, et dont plusieurs naturalistes estimables (3) ont cru trouver l'existence démontrée de nouveau par des observations récentes (4)?

Les zoophytes ou *animaux végétans* nous offrent les

(1) *Plin.*, IX, 30. *Ælian.*, Hist. nat., XIII, 6.

(2) *Aldrovand.*, de Molluscis, part. VII, c. 2. *Johnston*, de Exanguib. aquat., lib. I, tit. 2, c. 1. *Swediaur*, Journal de physique, 1784, vol. II, p. 284 *sqq*.

(3) *Bosc*, Hist. nat. des vers, I, p. 36. *Denis Montfort*, Histoire des mollusques, II, 71, 153-218. *Pennant*, British zoology, IV, tab. 28, *fig*. 44.

(4) Quoi qu'en aient dit Denis Montfort et quelques autres pour appuyer les récits des anciens sur l'existence d'un poulpe dont les bras auraient 40 pieds de longueur, et pour rendre vraisemblable ce que rapportent quelques navigateurs sur la taille gigantesque du kraken qui fait sombrer un vaisseau sous voiles en l'enlaçant de quelques uns de ses bras, tandis que, par ses autres bras, il se tient attaché à quelque rocher; ces énormes mollusques et ce terrible habitant des mers du Nord doivent être relégués parmi les animaux fabuleux, ou du moins on est autorisé à admettre que tout ce qu'on s'est plu à rapporter à ce sujet n'est fondé que sur les récits exagérés de quelques matelots effrayés. Il peut exister des poulpes dont les bras aient 8 à 10 pieds de long, ce qui leur donnerait un développement du double; un navire a pu sombrer par un coup de vent au moment où quelque poulpe, d'une dimension au-dessus de celle que ces animaux atteignent ordinairement, se sera montré à la surface des eaux; mais il ne faut point oublier que le serpent de mer, d'une taille gigantesque, dont les journaux américains ont signalé l'existence, et que plusieurs navigateurs avaient aperçu, s'est trouvé n'être qu'un thon d'une douzaine de pieds de longueur.

Le nombre de mollusques connus s'élève à plus de 8000, dont 6000 vivent dans les mers, et 2000 dans les eaux douces et sur la terre. J. H.

premières ébauches de la force créatrice; ce ne sont pas encore des êtres individuels, ce sont des masses confuses ou ramifiées, de plusieurs êtres animés d'un commencement de vie (1).

Plus développés que les zoophytes, les *mollusques*, tant *nus* que *testacés*, jouissent déjà d'une vraie existence individuelle. Parmi les premiers nous avons vu les poulpes et les sèches si communs dans la Méditerranée (2), occupons-nous des seconds ou des mollusques *conchifères*.

(1) Les zoophytes sont des animaux gélatineux, dont le corps est allongé et contractile, et qui n'ont d'autre viscère intérieur qu'un canal alimentaire avec une seule ouverture servant de bouche et d'anus. On les a nommés polypes dès la plus haute antiquité, parce que leur bouche est entourée de tentacules ou de bras nombreux. Tous ces animaux, dit M. G. Cuvier, sont susceptibles de former des animaux composés, en poussant de nouveaux individus, comme des bourgeons; néanmoins ils se propagent aussi par des œufs.

On les divise en *polypes nus*, tels que les *corynes* et les *pédicellaires*; et en *polypes à polypiers*, que l'on a long-temps regardés comme des plantes marines. On divise ces derniers en *polypiers flexibles* ou *non entièrement pierreux* : parmi eux se trouvent les *gorgones*, dont les rameaux cornés se soudent en forme de larges feuilles; les *éponges*, dont les fibres entrecroisées et coriaces se disposent en masses arrondies; les *coraux*, dont plusieurs sont recherchés pour leur belle couleur rouge; et en *polypiers pierreux*, jamais *flexibles*, qui comprennent ces nombreuses familles de *madrépores*, de *millépores*, de *tubipores*, etc., si fécondes dans les eaux de l'Océanie.

L'île de Timor est remarquable par l'abondance des alcyons et des tubipores qui habitent ses parages; c'est à celle de Guam que tous les genres de zoophytes viennent s'offrir aux regards du navigateur.

Les polypiers flexibles paraissent se plaire dans les régions tempérées : leurs dimensions diminuent à mesure qu'on s'approche des pôles. Cependant les éponges sont plus nombreuses vers l'équateur, bien que plusieurs se montrent jusque près de nos côtes; mais elles disparaissent complètement vers les régions polaires.

La baie des Chiens marins, dans l'Australie, a paru à nos naturalistes-voyageurs dépourvue de polypiers pierreux, tandis que les diverses espèces d'éponges y sont très-nombreuses. J. H.

(2) Les poulpes, les sèches et les calmars sont un aliment pour l'habitant de l'Archipel et des côtes de l'Italie. Tout le monde sait que ces *céphalopodes* jouissent de la faculté de répandre, lorsqu'ils veulent

Leurs divers genres ont diverses patries ; les coquillages de Timor ne se trouvent sur les côtes de la Nouvelle-Hollande que jusqu'à la pointe sud-ouest; de l'autre côté, les coquillages de l'île Diemen, tels que l'*haliotis gigantea* et la *phasianella*, diminuent de grandeur en suivant les côtes de la Nouvelle-Hollande jusqu'au détroit du roi George, et disparaissent au-delà (1). Le jambonneau ou la pinne-marine, dont le byssus éclatant éclipse la soie, ne prospère que dans les mers de l'Inde et dans la Méditerranée. La *pintadine* ou l'*huître* à perles ne donne des produits riches et parfaits que dans les mers équatoriales. Mais l'arrangement naturel est souvent dérangé; les bâtimens auxquels les coquillages s'accrochent, les transportent d'un pôle à l'autre. Ce n'est que par cette voie que les eaux de la Hollande ont été peuplées de ce taret (*teredo navalis*), qui détruit les vaisseaux, et menace sans cesse de ses valves perforantes les digues hollandaises (2).

échapper aux poursuites d'un ennemi, une liqueur noire qui trouble l'eau : c'est cette liqueur qui fournit aux dessinateurs la couleur appelée *sépia*, et celle que l'on connaît sous le nom d'*encre de la Chine*. Les parties osseuses de ces animaux qui vivent sur nos côtes sont vendues sous le nom de *biscuits de mer*, pour être placées dans les cages des serins, auxquels elles servent à nettoyer le bec.

Une autre famille de mollusques *nus* est celle des *médusaires*. Ce sont des animaux marins tellement mous, gélatineux et transparens, qu'ils ressemblent à de la gelée. Leur forme est celle d'un disque convexe en dessus et concave en dessous; leur dos est orné de lignes bleues, rouges ou d'autres couleurs, disposées en rosaces ou en cercles, qui ne sont pas sans élégance. Leur corps se termine par un pédoncule qui leur donne quelque ressemblance avec un champignon; certaines espèces ont leur circonférence bordée de longs filamens, que l'on nomme tentacules. Malgré leur transparence et leur mollesse, les méduses paraissent se nourrir d'animaux marins, et même de poissons. La plupart de ces animaux sont du nombre de ceux qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, contribuent à rendre phosphorescentes les eaux de l'Océan. Ils habitent toutes les régions, mais principalement la haute mer. J. H.

(1) *Péron* et *Lesueur*, Annales du Muséum d'histoire naturelle, XV.

(2) Plusieurs mollusques bivalves, comme les huîtres, les limes et quelques autres genres, vivent réunis en grand nombre, et forment, pour

La sécrétion calcaire des zoophytes est déjà roche ou pierre, au moment où l'animal meurt; la sécrétion calcaire des mollusques testacés, ou les *coquilles*, ne forme des roches qu'en se décomposant. La structure des coraux et des madrépores est grenue; celle des coquilles est lamelleuse ou stratifiée.

Nous arrivons à un autre ordre d'animaux plus élevé dans la série des êtres; c'est l'ordre des *insectes*, dont les vers forment la plus basse échelle. L'insecte qui, dans ses métamorphoses, en passant par les états de larve et de chry-

ainsi dire, des bancs sur une étendue considérable. D'autres, tels que les *myes*, les *lutraires* et les *solens*, vivans presque solitaires, s'enfoncent çà et là dans le sable ou la vase de la plage; d'autres, comme les *pholades*, par un mouvement rotatoire, percent les rochers ou les pierres que baigne la mer, et s'y font une retraite. Les *térébratules*, les *peignes*, les *limes*, les *huîtres*, sont abondamment répandus dans toutes les régions, tandis que les *myes* et les *pandores* paraissent n'appartenir qu'aux mers du Nord; les *cames* ne vivent que dans la zone australe, et les *tridacnes* n'ont encore été trouvées que dans les mers situées entre l'Inde et l'Océanie. L'influence de la chaleur favorise l'accroissement de certains mollusques, ainsi que le prouve cette grande *tridacne*, dont les valves servent de bénitiers dans l'église de Saint-Sulpice à Paris.

Parmi les univalves, la *spirule*, le *nautile*, les *cônes*, les *olives* et les *porcelaines*, habitent les mers voisines des tropiques; quelques uns, comme le *fuseau*, se tiennent à de grandes profondeurs, d'autres s'éloignent rarement des côtes; d'autres enfin se tiennent à une grande distance des terres; on les voit voguer à la surface de la mer lorsqu'elle est calme, ou à une profondeur plus ou moins grande selon qu'elle est plus ou moins agitée.

On a remarqué en général que la plupart des familles, qu'un grand nombre de genres, et même d'espèces de mollusques, soit bivalves, soit univalves, appartiennent à toutes les mers ou aux contrées les plus opposées; mais que cette communauté a surtout lieu entre les zones torride et tempérée. On a remarqué encore que le nombre de genres, ou d'espèces du même genre, et le volume qu'atteignent les mollusques sont en raison directe de l'accroissement de température; mais qu'une foule d'espèces peuvent supporter une différence considérable sous ce rapport, puisqu'on les retrouve dans presque toutes les régions, tandis que certains genres ou certains groupes sont propres à certaines localités.

J. H.

salide, rappelle le développement successif des oignons, de la tige et des fleurs, l'insecte qu'on pourrait appeler une fleur ailée et animée, possède déjà dans son organisation compliquée quelques traces obscures de sensibilité, quoique l'irritabilité y prédomine encore, et montre un instinct beaucoup plus développé que celui des mollusques (1). C'est

(1) La distribution géographique des insectes est soumise aux mêmes règles que celle des végétaux. « L'observation, a dit le savant entomologiste Latreille, nous apprend que les pays les plus féconds en animaux à pieds articulés, en insectes surtout, sont ceux dont la végétation est la plus riche et se renouvelle le plus promptement. Tels sont les effets d'une chaleur forte et soutenue, d'une humidité modérée et de la variété du sol. Plus au contraire on s'approche de ce terme, où les neiges et les glaces sont éternelles, soit en allant vers les pôles, soit en s'élevant sur des montagnes, à un point de leur hauteur qui, par l'affaiblissement du calorique, présente les mêmes phénomènes, plus le nombre des plantes et des insectes diminue. Enfin, dès qu'on aborde ces régions que l'hiver obsède sans cesse, les êtres vivans ont disparu, et la nature n'a plus la force de produire. » Plusieurs insectes des environs de Paris n'habitent dans le midi de la France que des montagnes sous-alpines; les Pyrénées et les Alpes offrent des espèces propres à la Suède et aux autres contrées septentrionales de l'Europe. La taille des insectes est généralement en rapport avec l'élévation de la température de certaines contrées: les plus grands *papillons* se trouvent aux Moluques; ceux de la division des *troyens* sont propres aux Indes orientales et à l'Amérique.

Il semblerait, ajoute M. Latreille, que le voisinage de l'Océan exercerait, du nord au sud, une assez grande influence sur la nature des insectes, car plusieurs espèces des environs de Bordeaux se trouvent dans les parties de l'Espagne situées sous le même méridien. Quoique les insectes de nos départemens septentrionaux soient les mêmes que ceux de l'Allemagne, il semble que le Rhin et ses montagnes orientales forment une limite que plusieurs ne franchissent point. Vers le cours inférieur de la Seine, là où la vigne commence à prospérer, on voit paraître les insectes des contrées chaudes de l'Europe occidentale. Dans les parties de la France où l'olivier et le grenadier croissent spontanément, on remarque quelques espèces africaines. Les contrées de l'Espagne baignées par la Méditerranée nous offrent plusieurs insectes du Levant. Ceux de la côte de Coromandel, du Bengale, de la Chine méridionale et du Tibet même, semblent, par quelques affinités, appartenir au climat africain: ce climat s'étend aussi sur les îles Canaries, et même jusqu'à Sainte-Hélène.

La forme allongée et l'atmosphère humide du nouveau continent ex-

au milieu de la plus vigoureuse végétation, c'est dans la zone équatoriale que naissent les insectes les plus brillans et les plus forts. Ce sont les papillons d'Afrique, des Indes orientales et d'Amérique, dont les couleurs éclatantes rivalisent celles des métaux. C'est encore dans ces régions, et surtout dans l'Amérique méridionale, que les forêts, peuplées de millions de vers luisans, offrent à l'œil du voyageur nocturne le spectacle d'un immense incendie. Le *termite* d'Afrique, nommé aussi fourmi blanche, bâtit des collines solides, et l'*araignée* de la Guyane attaque avec succès les oiseaux. Les Antilles possèdent le plus grand des insectes terrestres: le *scarabée hercule*. Certains genres, surtout les cousins, les abeilles et les mouches, paraissent être répandus également sur tout le globe; le court été du pôle en fait éclore une multitude aussi innombrable que les chaleurs de la zone torride; la moustique, qui tourmente le voyageur aux bords de l'Orénoque, ressemble à celle qui bourdonne en Laponie. Partout où l'homme n'a point desséché les marais et éclairci les forêts, les insectes règnent en tyrans; l'histoire connaît plusieurs exemples de villes et de contrées rendues inhabitables par la multitude d'abeilles, de guêpes, ou de cousins (1). On a vu des armées

pliquent comment, sous les mêmes parallèles, les insectes y diffèrent de l'ancien. Mais on y remarque les mêmes rapports et les mêmes dissemblances en raison du climat. Les espèces de la Caroline diffèrent de celles des contrées plus au nord; quelques papillons de la Géorgie sont communs aux Antilles; les insectes de l'Amérique équinoxiale ressemblent à ceux de l'île de la Trinité; le Brésil en possède plusieurs qui se retrouvent à la Guyane; enfin, à partir du tropique, les espèces dégénèrent à mesure que l'on se dirige vers le sud. — *Latreille*, Introduction à la géographie générale des arachnides et des insectes. J. H.

(1) *Hérod.*, V, 10. *Plin.*, VIII, 29-58. *Ælian.*, XVII, 35. *Pausan.*, in Achaïcis. Comp. *Bochart*, Hierozoicon, l. IV, c. 13, vol. II, p. 539 *sqq*. Un insecte, plus redoutable par ses émigrations, est l'espèce de sauterelle appelée *acrydium migratorium*. Les troupes innombrables de ce criquet produisent un bruit sourd qui répand au loin l'épouvante; sur la route qu'elles suivent, l'astre du jour est obscurci; lorsqu'elles

et des tribus entières s'enfuir devant ces faibles insectes, devenus invincibles par leur nombre.

Parmi les insectes aquatiques ou les *crustacés* il en est plusieurs qui doivent fixer notre attention. Le *polyphème géant*, le plus grand de tous, habite sous l'équateur, comme l'indique son nom vulgaire de *crabe des Moluques;* le *limule polyphème*, que sur les côtes de l'Amérique on appelle *casserole*, parce qu'il en a la forme, atteint jusqu'à deux pieds de longueur. Les *crabes*, dont on connaît une quinzaine d'espèces, sont, après les précédens, les crustacés qui atteignent la plus grande taille; trois espèces vivent sur les côtes de l'Europe où on les recherche comme un mets délicat; les autres habitent les régions équatoriales; toutes sont plus ou moins voraces et se réunissent en troupes pour dévorer les animaux morts. Le *bernard ermite*, habitant du Grand-Océan et de l'Atlantique, vit au contraire dans la solitude, et s'établit dans les coquilles univalves qu'il trouve vides. Dans les îles de l'Océanie, on en rencontre souvent sur la terre, traînant leur maison à plus de 1000 pas du rivage. La *langouste*, recherchée sur nos tables, offre plusieurs points de ressemblance avec le *homard*, mais se fait remarquer par ses brillantes couleurs. Le hideux *tourlourou*, qui vit sur terre et sous l'eau dans les régions méridionales, quitte souvent la fange ou le terrier

s'abattent sur la terre, les arbres se brisent sous leur poids, et en quelques heures il ne reste plus, sur une étendue de plusieurs lieues, une seule feuille, un seul brin d'herbe; tout est dévoré; la plus belle campagne prend tout à coup l'aspect du plus triste désert. Si, par suite de leurs ravages, la contrée sur laquelle elles se sont arrêtées ne leur offre plus assez de subsistances, leur mort produit un nouveau fléau : leurs cadavres putréfiés répandent dans les airs des miasmes pestilentiels qui font naître des maladies épidémiques, dont on a comparé les ravages à ceux de la peste.

Ces insectes qui sortent des contrées orientales de l'Asie et de l'Afrique septentrionale se sont souvent répandus en Europe et jusque dans la France méridionale. J. H.

qui lui servent de retraite pour aller pendant la nuit dans les cimetières dévorer les cadavres (1). Enfin les *phyllosomes*, que l'on trouve dans les parages de quelques îles de l'Atlantique et du Grand-Océan, sont les crustacés les plus extraordinaires par la transparence cristalline de toutes les parties de leur corps.

Les *poissons* offrent déjà le commencement d'une ossification intérieure, mêlée, il est vrai, de quelques traces de ces sécrétions extérieures, de ces couvertures solides qui appartiennent aux reptiles et aux animaux sans vertèbres. Les poissons n'ayant ni l'aveugle instinct des insectes, ni, dans un haut degré, l'instinct motivé des mammifères, paraissent inférieurs même à plusieurs animaux à sang blanc, quoiqu'ils fassent partie d'un ordre supérieur à celui auquel ces animaux appartiennent. Le règne animal n'offre point une série progressive, mais deux grandes séries composées de plusieurs ordres progressifs chacune; de sorte que les gradations dans le perfectionnement de l'organisation, ne peuvent ni ne doivent se trouver continuées de genre en genre, à travers l'échelle, mais seulement de l'ensemble d'un ordre à celui d'un autre.

Le défaut d'industrie que nous venons de remarquer dans les poissons, rend probable que chaque bassin de l'Océan a ses tribus particulières qui y naissent et meurent. On connaît les stations de quelques espèces de poissons. Ainsi la *morue*, répandue dans toutes les mers boréales, entre l'Europe et l'Amérique, se rassemble principalement sur les grands bancs de sable au sud-est de Terre-Neuve. Poursuivie par vingt mille pêcheurs, elle se reproduit avec

(1) Ce que nous ajoutons ici relativement aux crustacés exige encore quelques mots sur leur distribution géographique. Les *lithodes* sont particuliers à la mer du Nord, et ne descendent que jusqu'à l'entrée du canal de la Manche; les *homoles* habitent la Méditerranée; les *remipèdes* se tiennent dans les parages de la Nouvelle-Hollande, et les *ocypodes* ne se trouvent que dans les pays chauds et sablonneux. J. H.

une fécondité étonnante; on a calculé que chaque femelle portait dans son ovaire plus de neuf millions d'œufs (1). Les *coryphènes* et les *chetodons* ou *bandoulières*, se tiennent exclusivement dans la zone torride; ce sont diverses espèces de ces genres qui, à cause de leurs brillantes couleurs, ont reçu le nom de *dorades*. Ce sont les ennemis les plus actifs des poissons volans, qui également ne se montrent qu'entre les tropiques, ou tout au plus vers le 40e parallèle de latitude. Ces genres se trouvent aussi bien dans l'Océan oriental que dans l'Atlantique, mais il est probable que les espèces varient. On croirait les *poissons électriques* circonscrits dans la zone torride; en effet, le *gymnote électrique* appartient exclusivement à l'Amérique, et le *trembleur* ou le *silurus electricus* aux fleuves d'Afrique. Mais la *torpille* paraît répandue dans toutes les mers.

Quel œil mortel a parcouru les profondeurs de l'Océan? Qui en connaît les productions et la température? Combien de côtes dont les pêcheries sont mal décrites! En analysant même les magnifiques ouvrages des *Lacépède* et des *Cuvier*, nous ne pourrions point composer un tableau vraiment général, et les descriptions particulières de chaque mer sont réservées pour d'autres volumes de ce *Précis*.

Les migrations des poissons sont provoquées par le besoin de trouver des eaux moins profondes, afin d'y déposer leur frai. Ainsi les *harengs* venant du fond de la mer Glaciale, se transportent tous les ans sur les côtes de l'Islande, de l'Ecosse, de la Norvége, de la Suède, du Danemark, de la Hollande et des États-Unis, aussi bien que sur celles de Kamtchatka et des îles voisines. Il paraît prouvé que les immenses légions de harengs suivent machinalement les chaînes des bancs et rochers sous-marins qu'elles rencontrent. Les variations prétendues et réelles, qu'éprou-

(1) *Cuvier*, Tableau élémentaire, p. 337.

vent ces migrations, semblent aussi dépendre des causes locales que nous indiquerons dans un autre endroit. Les *thons* se transportent également tous les ans de l'océan Atlantique dans la mer Méditerranée; fait que déjà les anciens avaient observé et décrit (1). Outre ces migrations annuelles, et en partie exactement connues, les courans doivent en occasioner d'autres qui échappent à l'observation. Il est vrai que les poissons, en général, paraissent souffrir beaucoup par un changement soudain de température (2), ce qui peut faire croire que les poissons vivans à la surface de la mer sont circonscrits dans certaines régions. Mais, d'un autre côté, les observations de MM. Biot et Laroche, en démontrant l'admirable propriété qu'ont les organes respiratoires des poissons de s'emparer d'autant plus d'oxigène qu'ils descendent à une plus grande profondeur (3), ne mettent aucune borne aux migrations des espèces qui vivent dans les couches inférieures de la mer (4).

(1) *Oppian. Halieutic.* III, v. 633 *sqq.*

(2) *Provençal* et *Humboldt*, Mémoires de la société d'Arcueil, II, 398.

(3) *Biot, ibid.*, p. 487.

(4) L'Océan a, comme la terre, ses régions populeuses et ses solitudes. Dans les premières vivent, selon les latitudes, certains poissons qui y trouvent la subsistance, la chaleur et la lumière qui leur conviennent; les secondes sont parcourues dans tous les sens par des poissons qui, semblables au lion et au tigre du désert, font une guerre continuelle aux espèces destinées par leur faiblesse à satisfaire leur voracité. Le *requin* (*squalus carcharias*), comme le plus avide, est celui qui parcourt les plus grandes distances; on le rencontre dans toutes les mers à la suite des vaisseaux, dont les immondices lui assurent sa nourriture. Les *coryphènes* et les *scombres*, qui vivent de chasse, n'ont point de limites fixes; ils traversent en troupe l'Océan dans tous les sens. Mais, à l'exception de ces espèces, souvent le navigateur parcourt des espaces immenses sans rencontrer de poissons; ce n'est que lorsqu'il approche de quelques grands bancs ou de quelque terre qu'il en voit en grand nombre, parce que ces animaux y cherchent des abris et des lieux commodes pour y déposer leurs œufs. Quelquefois dans la haute mer on rencontre de petites espèces; mais le plus souvent elles y ont été entraînées par les courans à l'abri des fucus ou des grands arbres déracinés. Dans les mers équatoriales habitent au milieu des récifs de madrépores

Les poissons des lacs et des fleuves sont encore moins susceptibles d'une classification géographique. Les genres *cyprinus* et *perca*, dont la carpe et la perche sont les types, peuplent presque toutes les rivières des zones tempérées; les *esturgeons* habitent les petites méditerranées, telles que la Baltique, la Caspienne, le Pont-Euxin; la grande espèce (*acipenser-huso*), que l'on rencontre fréquemment dans le Volga et le Danube, le cède encore pour la taille au *mâl* ou *silurus glanis*, le géant des poissons fluviatiles. Le vorace *brochet* et quelques autres espèces, vivent souvent dans des mares souterraines qui ne communiquent avec l'atmosphère que par de petites ouvertures.

Une circonstance plus digne de figurer dans un tableau général, c'est la présence des poissons de mer, tels que le *cabeliau*, dans le lac Ouinipeg, au centre de l'Amérique septentrionale (1).

Il y a des poissons qui s'avancent hors de leur élément; les anguilles traversent les prairies, et, sur la côte de Coromandel, une espèce de perche, *perca scandens*, grimpe sur les palmiers (2); un *périophthalme*, mentionné par Commerson comme habitant la Nouvelle-Irlande, monte aussi sur les arbres et court sur le sable comme un petit lézard.

L'histoire naturelle nous pardonnera de ne point séparer des poissons ces êtres équivoques qui, avec le sang chaud des mammifères, possèdent un mélange de formes propres aux poissons et aux quadrupèdes. Habitans de la mer et de

les *chétodons*, les *pomacentres*, les *acantures*, et plusieurs autres genres aux brillantes couleurs. Près des côtes rocheuses battues par la tempête s'offre, disent MM. Quoy et Gaimard, l'éclatante tribu des *balistes*, au nager vacillant et incertain, et des *labroïdes*, à lèvres charnues et rétractiles. *Remarq. sur quelques poissons de mer.* Ann. des Sc. nat. J. H.

(1) *Goldson*, Remarques sur le voyage de *Fuente*, dans *Sprengel*. Choix des voyages, etc., IV, 164 (en allemand).

(2) *Daldorf*, Transact. of the Linnean society, III, 62.

la terre, les *baleines*, le *narval*, les *cachalots*, les *dauphins*, les *morses*, les *phoques*, lient par le perfectionnement progressif de leur organisation deux ordres différens : il y a peu de choses qui distinguent une baleine des poissons, et il y a des phoques qu'on a confondus avec des loutres. Plus l'ossification est complète et plus les organes se détachent, plus la sensibilité s'accroît. Les phoques et les *lamantins* offrent déjà quelques traces d'affections sociales.

Comme les mammifères amphibies et cétacés ont besoin de respirer fréquemment l'air atmosphérique, il paraît qu'ils doivent être bornés à certains climats. Les phoques des mers australes sont des espèces différentes de celles qui peuplent les mers boréales (1). Le *lion de mer* des parages du Kamtchatka diffère essentiellement de celui des mers de Groënland (2). Les *phoques vitulines* ou *veaux-marins*, qu'on prétend exister dans la mer Caspienne, dans les lacs d'Aral, de Baïkal et de Ladoga (3), paraissent être une espèce rapprochée des loutres et différente des phoques marins, ce qui nous dispense d'admettre les révolutions physiques par lesquelles on a voulu les faire arriver dans ces eaux intérieures, comme si la nature ne pouvait pas produire des phoques partout (4). La grande baleine des mers boréales, quoiqu'elle soit autrefois entrée dans la Méditerranée, n'a guère pu s'approcher de l'équateur; les baleines de l'Océan austral sont probablement d'une autre raoe. Le cachalot à grosse tête, habitant des

(1) *Péron*, Annales du Muséum, XV, 300.

(2) *Steller*, Nov. Comm. Petrop. II, 360-366. *Otto Fabricius*, Fauna Grœnlandica, p. 7.

(3) *Krachenninikow*, voyage en Sibérie et au Kamtchatka, tom. II.

(4) On peut en dire autant de quelques autres cétacés : les eaux du Gange nourrissent un *dauphin*, et M. de Humboldt en a observé une autre espèce dans les forêts inondées du Cassiquiare et de l'Orénoque ; une espèce de *lamantin* habite plusieurs fleuves de la Colombie, une autre l'embouchure des fleuves de l'Afrique. J. H.

régions équatoriales, surtout de l'océan Indien, et qui nous donne l'ambre gris, diffère essentiellement du *grand cachalot* des mers glaciales.

Parmi les animaux terrestres, les *reptiles* occupent le dernier rang. Leurs organes sont empâtés; quelques uns leur manquent en partie; un épais bouclier ou une peau écailleuse les couvre; les os sont mous; la force vitale, disséminée dans tous les membres, n'a point de centre d'énergie; enfin, chez quelques espèces, les parties de l'animal étant découpées, se reproduisent d'elles-mêmes. Tous ces traits caractéristiques indiquent un premier essor de la nature, un détachement imparfait de la matière brute. Aussi les reptiles semblent-ils prospérer dans la boue, échauffée par les rayons verticaux du soleil. Le *crocodile* de l'Afrique, le *gavial* du Gange et les divers *caïmans* d'Amérique, sont les géans de l'ordre des *sauriens;* c'est dans les régions les plus chaudes de l'Amérique et des Terres Océaniques, que les *serpens* gigantesques se roulent en orbes immenses, ou portent sous leur dent un venin mortel (1); les *tortues*, qui paissent les algues dont se tapisse le fond de l'Océan, ne couvrent d'une infinité d'œufs que les sables des régions équatoriales (2).

Les ailes dont les oiseaux sont pourvus, semblent leur assigner l'atmosphère entier pour domaine; mais le plumage dont ils sont couverts, et qui, semblable à une vraie végétation, varie selon les climats et les températures, nous

(1) Le genre *boa*, qui comprend le *boa géant* (*boa gigas*), dont quelques individus ont plus de 30 pieds de long, le *boa devin* (*boa constrictor*), l'*aboma* (*boa cenchris*), la *broderie* (*boa hortulana*), le *scytale*, le *mangeur de chiens* et le *mangeur de rats*, et quatre ou cinq autres espèces, n'en compte aucune qui soit vénéneuse. Il n'en est pas de même du genre *crotale* ou *serpent à sonnettes*, qui se compose de huit espèces, dont les plus connues sont le *boiquira* (*crotalus horridus*), le *camard* (*crotalus simus*), le *millet* (*crotalus miliarius*) et le *dryuas*. J. H.

(2) Les tortues marines, ou les *chelones*, font quelquefois de longs voyages afin de trouver un lieu favorable pour y déposer leurs œufs. Les

prouve que ces êtres en apparence si libres, sont pourtant soumis à certaines lois géographiques. Ceux même à qui leur constitution robuste permettrait de se répandre au loin, semblent attachés par des goûts et des affections aux lieux qui les virent naître. Ainsi, le *condor* et le *roi des vautours* qui planent au-dessus de Chimborazo même, n'abandonnent point la chaîne des Cordillères du Pérou et du Mexique; le *vautour des agneaux* et le *grand aigle* ne s'éloignent pas des sommets de nos Alpes. L'*aigle de mer* ou l'*orfraie* est peut-être répandu autour du globe. Dans l'ordre naturel des *sylvains*, les voyageurs se sont souvent trompés en confondant les espèces étrangères avec celles d'Europe; ainsi les *calaos* d'Afrique et des Indes diffèrent de nos corbeaux, et les *manakins* d'Amérique ne sont point nos mésanges malgré quelques traits de ressemblance. La zone torride ne possède cependant pas seule des *perroquets:* communs en Amérique, on en a retrouvé jusque dans l'île Macquarie, au sud-ouest de la Nouvelle-Zélande; les *kakatoès*, communs aux Indes orientales, sont très-répandus aussi dans l'Océanie; les *perruches* se trouvent en Afrique, dans l'Inde, et dans l'Océanie; les *loris* vivent dans les îles au sud-ouest de l'Asie, et les *aras*, et les *papegais* ou les perroquets proprement dits, sont tous d'Amérique. Le fameux *oiseau de paradis* ne sort pas même d'une région assez étroite de la zone torride, savoir, de la Nouvelle-Guinée et des îles voisines. Parmi les oi-

tortues d'eau douce, c'est-à-dire les *émydes*, les *chélides* et les *triones*, restent cachées dans la fange ou les roseaux; les tortues terrestres ne sont point conformées de manière à entreprendre des voyages; elles habitent les contrées méridionales de l'Europe. On peut dire de ces dernières ce que M. Bory de Saint-Vincent dit de tous les reptiles terrestres : ce sont de tous les animaux ceux qui se déplacent le plus difficilement. Ainsi les *sirènes* sont américaines, le *protée anguin* et le *basilic* sont propres à l'Autriche, les *caméléons* appartiennent à l'Ancien-Monde, et notre hideux *crapaud commun* n'a jamais été trouvé hors de l'Europe occidentale. J. H.

seaux qui ne savent pas voler, chaque région équatoriale, isolée par des mers, a produit ses espèces particulières; l'*autruche* d'Afrique et d'Arabie, le *casoar* de Java, des îles voisines, et de la Nouvelle-Hollande, et le *touyou*, l'autruche d'Amérique, offrent, dans des espèces très-distinctes, la même tendance générale dans l'organisation. Les oiseaux de moyenne et de petite taille dans les contrées équinoxiales, brillent des couleurs les plus magnifiques; leur plumage reproduit l'éclat métallique des insectes de la même zone.

La zone tempérée pour les oiseaux s'étend dans notre hémisphère depuis le 30e parallèle jusqu'au 60e; en dedans de ces limites, les genres et même quelques espèces n'ont plus de régions particulières bien fixes; d'ailleurs les hommes en ont transplanté ou entraîné sur leurs pas une foule d'espèces originairement bornées à une seule contrée. Le phénomène géographique le plus remarquable, c'est la migration annuelle des *hirondelles*, des *cigognes* et des *grues*, qui, aux approches de l'hiver, abandonnent les contrées boréales de l'Europe pour se rendre, soit en Italie et en Espagne, soit même en Afrique. Quelques auteurs assurent que certaines espèces d'hirondelles se plongent dans les lacs et les marais, où elles restent engourdies pendant l'hiver (1).

La zone glaciale compte un petit nombre d'espèces qui lui sont particulières, et qui appartiennent au genre *canard* (*anas*) (2). Tel est, entre autres, l'*anas mollissima*, dont les nids nous fournissent l'édredon. La *chouette laponne* (*strix laponica*) et le *lagopède ptarmigan* (*tetrao lagopus*) vivent

(1) Comp. *Guénau*, dans *Buffon*, Histoire des oiseaux, vol. XVII, p. 857. *Daines Barrington*, Miscellanies, p. 225. Mem. of the American Academy of Boston, I, p. 494., II, 93 *sqq*. G. de Montbéliard, dans différens mémoires.

(2) Le genre *anas* comprend les nombreuses espèces de *canards*, de *cygnes* et d'*oies*. J. H.

sur les montagnes couvertes de neiges perpétuelles de l'ancien et du nouveau continent.

Chaque grande division maritime du globe a ses oiseaux particuliers. L'*albatros* plane sur les flots dès qu'on s'approche du 40e parallèle de latitude. Les *frégates* et les *oiseaux des tropiques* ne s'éloignent pas de la zone torride; leurs espèces diffèrent probablement d'un océan à l'autre. Le *pingouin* du pôle est le représentant du *manchot* des mers australes; ces oiseaux sans ailes offrent la dernière dégénération de l'ordre auquel ils appartiennent.

Nous voilà arrivés à un ordre d'animaux bien plus parfaitement organisés que tous ceux que nous venons de considérer. C'est surtout par rapport aux mammifères terrestres, qu'il est intéressant de considérer la distribution géographique des espèces dans les diverses zones et dans les deux continens. Cette recherche a déjà jeté un grand jour sur l'histoire de la terre, et se lie même à celle de l'homme (1).

Dans les migrations des animaux, il ne s'agit pas tant de leur *force active*, ou de l'énergie de leurs organes, que de ce qu'on pourrait appeler leur *force passive*, c'est-à-dire la faculté de résister aux changemens de température. Souvent dans tout un genre, une seule espèce est douée de cette faculté. D'autres fois, une espèce animale ne doit sa grande extension qu'aux soins de l'homme, qui a su se l'assujettir, et qui l'a transportée avec lui aux deux bouts du monde. Les organes extérieurs d'un animal subissent déjà de grands changemens par le seul effet de sa *domesticité;* la diversité des climats en produit d'autres non moins remarquables. Quant aux animaux sauvages, ils se règlent dans leur migration, surtout d'après l'abondance ou la disette des vivres; les *carnivores* trouvent partout leur nourriture naturelle; et par cette raison, ils ont dû

(1) *Zimmermann*, Zoologie géographique, 3 vol. in-8°, 1783, en all.

se répandre fort au loin. Ceux qui ne souffrent point les grands froids n'ont pu passer de l'ancien dans le nouveau continent, parce que les seules communications immédiates qu'il y ait entre ces deux continens, sont celles formées par les glaces arctiques. Il y a beaucoup d'espèces animales dont l'histoire prouve l'ancien séjour dans des climats beaucoup plus froids que ceux où ils vivent aujourd'hui. Tantôt les persécutions continuelles de l'homme les ont anéantis ou chassés; tantôt les progrès de l'agriculture, en diminuant les forêts, leur ont enlevé à la fois leur territoire de chasse et leurs asiles.

Plusieurs quadrupèdes, par leur extension à peu près générale, éludent les lois d'une classification géographique. Ces quadrupèdes sont, ou *en état de domesticité*, comme le chien, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cheval, l'âne, le cochon et le chat, ou dans l'*état sauvage*, comme le renard, l'ours, le lièvre, le lapin, le cerf, le daim, l'écureuil, le rat, la souris, l'hermine. Il y en a cependant parmi ces animaux qui ne vivent pas dans la zone glaciale.

Le *chien*, fidèle compagnon de l'homme, l'a suivi dans tous les climats; il est chez quelques peuples le seul animal domestique, et remplace pour eux à la fois le cheval et le bœuf. Vers l'équateur, comme vers le pôle, il perd sa voix; son aboiement se change en un murmure. On trouve les diverses espèces de chiens répandues depuis le Groënland et la Laponie jusqu'au cap Horn et à la Nouvelle-Zélande.

Le *bœuf* vit jusque sous le 64e degré, et même en Laponie jusqu'au 71e. Il paraît que cet animal est natif de la partie la plus chaude de la zone tempérée de l'ancien continent; c'est là où il atteint le plus haut degré de force et de courage. Mais dans les climats humides et froids, comme la Galicie, le Holstein, l'Irlande, il prend un

plus grand volume, et les vaches y donnent plus de lait. En Islande, c'est dans les vallées exposées au nord, et sous le 65e degré de latitude, que le bétail vient le mieux; les vaches n'y ont point de cornes, mais donnent beaucoup de lait. L'ancienne colonie islandaise en Groënland a dû exporter du beurre, du bœuf salé et des peaux de bœufs (1). Ainsi, la bienfaisante Providence a voulu que cette utile espèce pût supporter presque tous les climats, et suivre l'homme jusqu'aux derniers confins de la nature animée.

La *brebis* et la *chèvre* supportent également le froid polaire et les chaleurs de la zone torride. La chèvre existe en assez grand nombre en Norvége et en Islande (2). Il paraît qu'il y a trois races originaires de mouton : l'une venue de la Barbarie et du mont Atlas, l'autre de la Tatarie, et la troisième du Canada. C'est la race d'Afrique qui s'est répandue en Espagne et en Angleterre. L'aïeul de la brebis, l'*argali* ou le *moufflon*, vit encore, selon *Zimmermann*, dans toutes les grandes montagnes des deux continens. Le *capricorne* et le *bouquetin*, qui sont les ancêtres du bouc et de la chèvre, habitent les plus hauts sommets de l'Europe.

Le *cheval*, qui n'existait point dans le nouveau continent avant l'arrivée des Européens, s'est répandu en Europe et en Islande, jusqu'au-delà du cercle polaire. En Asie, il ne passe guère le 64e parallèle. En Amérique, il est répandu jusque sur la terre des Patagons, dont le climat, sous le 50e degré de latitude méridionale, répond aux climats de l'hémisphère boréal sous le 60e degré. Le cheval, dit un naturaliste, est, après le chien, le plus docile et le

(1) *Speculum regale*, 188, 191, 200. Voyez notre vol. I, p. 391.

(2) Le genre *chèvre* comprend trois espèces : la *chèvre caucasique*, la *chèvre de Nubie*, et la *chèvre ordinaire* qui habite toutes les montagnes de l'Asie. J. H.

plus affectueux compagnon de l'homme; il s'identifie avec toutes les positions de la vie, et s'est acclimaté dans tous les pays où il a suivi l'homme : il est originaire du plateau de la Tatarie; on en connaît des races nombreuses et variées qui sont celles-ci : *arabe, persane, tatare, turque, transylvaine, moldave, hanovrienne, frisonne, suisse, italienne, andalouse, anglaise, galloise, normande, limousine, navarrine, auvergnate, bretonne, ardennaise, franc-comtoise, boulonaise*, de la *Camargue* et de *Corse;* mais la plus remarquable, sans contredit, est la *calmouque*, qui est revêtue d'un poil très-long, très-abondant, et de couleur blanche (1).

La race la mieux proportionnée s'est répandue d'abord entre les 40e et 55e parallèles, elle était probablement native de la Grande-Boukharie. Les chevaux tatares, et ceux de Pologne et de Hongrie, nous semblent avoir conservé le type originaire de la race. Dans les pays d'un froid humide tempéré, et dans des pâturages fertiles, cette même race est devenue plus grande et plus forte; les formes, mieux développées, ont pris cette harmonie, cette noblesse guerrière, qui distinguent les chevaux danois, normands et napolitains; ceux-ci ont cependant été mêlés avec la race arabe. La troisième variété s'est formée par dégénération, dans les pays trop humides; on peut même suivre les degrés de cette transformation; les chevaux du pays de Brême offrent déjà les pieds moins bien faits que ceux du Hosltein et du Jutland. Si l'on avance jusque dans l'Ost-Frise, les formes deviennent toujours de plus en plus grossières.

Une seconde race, petite, quelquefois presque naine, a le corps carré, et est douée d'une grande force et d'une agilité surprenante. Elle semble être originaire des plateaux septentrionaux de l'Asie, des steppes des Kirghiz, quoique Pallas regarde les chevaux sauvages de ces contrées comme

(1) *Lesson*, Manuel de Mammalogie.

venus des haras (1). Cette race, selon quelques rapports, paraît être répandue dans le nord de l'Inde (2), dans la Chine, et dans les îles du Japon. Il est plus certain qu'elle est commune en Russie et en Scandinavie; les Norvégiens l'ont portée en Islande et en Ecosse. Elle existe dans l'île danoise de Séeland.

Une troisième race est douée des qualités les plus brillantes : elle unit la légèreté et la souplesse, une grande vigueur et un caractère ardent. Nous voulons parler de la *race arabe*, qui, sans doute, a une commune origine avec celle de Barbarie, si elle n'en est pas la souche. Les chevaux andalous en descendent, sans mélange. Les Anglais disent que leurs chevaux de course viennent uniquement du croisement de la race barbe avec celle arabe. L'histoire prouve que les Romains, les Saxons, les Danois, les Normands, en y introduisant les races de leurs pays, ont fondé celle de l'Angleterre; ensuite des particuliers ont, de temps en temps, fait venir des étalons arabes et barbes.

L'*âne*, quoiqu'il ne passe pas pour un animal très-délicat, supporte moins le froid que le cheval; en Europe, il n'est guère commun que jusqu'au 52e degré; on ne croit pas qu'il puisse se propager à 60 degrés de latitude. Les climats les plus favorables à l'âne sont ceux entre les 20e et 40e parallèles. Là, il devient grand et beau; il est vif et docile; on le tient en honneur (3).

L'âne sauvage n'existe aujourd'hui qu'en Tatarie, où il ne dépasse pas le 48e degré de latitude (4).

Il faut bien se résoudre à parler du *cochon*; l'histoire

(1) *Pallas*, Voyages, I, p. 376, in-8°.

(2) *Pennant*, Outlines of the globe, II, 239.

(3) *De Grandpré*, Voyage au Bengale, II, 229. *Niebuhr*, Descript. de l'Arabie. *Bochart*, Hierozoïcon, lib. II, ch. 13.

(4) L'*âne khour*, espèce peu connue, vit à l'état sauvage dans les déserts de l'Asie; les troupes, souvent nombreuses, de cette espèce, habitent l'été les collines, et l'hiver les plaines. J. H.

de cet animal immonde jette un grand jour sur celle de l'homme. Le cochon est répandu dans tout l'ancien continent, à commencer du 64e parallèle de latitude boréale. Le *sanglier* ne s'étend pas jusqu'au 60e degré. Dans le Nouveau-Monde il n'y avait point de ces animaux, avant sa découverte par Colomb; on les y a portés, et ils y vivent depuis le 50e parallèle jusqu'à la Patagonie. On a trouvé le cochon presque sur toutes les îles du Grand-Océan, où il est même le principal animal domestique.

Le *chat*, répandu actuellement sur tout le globe, ne se trouvait pas originairement en Amérique. Comme, de tout temps, cet animal a dû être compagnon des navigateurs, son absence primitive en Amérique est un argument très-fort contre les prétendus voyages des Carthaginois, et surtout contre l'opinion que les Japonais auraient entretenu un commerce fréquent avec le nord-ouest de l'Amérique (1).

Les espèces d'animaux sauvages répandues dans tous les climats des deux continens, sont en très-petit nombre; il est même douteux qu'il y en ait, à l'exception de celles qui ont été apportées dans le Nouveau-Monde par les hommes.

Le *renard* est peut-être de tous les quadrupèdes sauvages le plus répandu, et celui qui s'acclimate le plus aisément. Des troupes nombreuses de renards habitent la Nouvelle-Zemble et les bords de la mer Glaciale; mais il n'y en a pas un moindre nombre au Bengale, en Egypte, et sur la côte de Guinée. Le nouveau continent, dit *Zimmermann*, en est rempli depuis les parties septentrionales du Groënland, sous le 78e degré, jusqu'au Mexique, et de

(1) Le chat, et, sous ce nom, nous n'entendons parler que des espèces susceptibles d'être réduites en domesticité, est originaire de l'Europe: on le trouve sauvage dans nos forêts, et on en distingue en domesticité quatre principales variétés: le *chat tigré*, le *chat des chartreux*, le *chat d'Espagne* et le *chat d'Angora*. J. H.

là le long des Cordillères, jusqu'au détroit de Magellan. Le *renard tricolor* ou l'*agouarachay* se trouve aux États-Unis et au Paraguay.

Des animaux semblables au *lièvre* se trouvent également en Sibérie et sur le Sénégal, sur les bords de la baie de Baffin, et dans tout le Nouveau-Monde. Buffon a douté de l'identité des lièvres américains avec ceux de l'ancien continent; aujourd'hui on sait qu'il en existe plusieurs en Amérique. On a dit que ceux du Groënland ne diffèrent des nôtres qu'à l'égard du poil, qui reste toujours blanc (1); mais les lièvres de ce pays arctique paraissent pourtant être de l'espèce *lepus variabilis*, qui est commune en Sibérie et dont le pelage est gris fauve en été et blanc en hiver (2).

L'*écureuil*, selon Zimmermann, habite l'Europe entière et l'Asie, depuis les extrémités de la Sibérie jusque dans le royaume de Siam, et se rencontre dans l'Afrique et les deux Amériques. Mais dans chaque partie du monde les espèces sont différentes.

Le *lapin*, originaire d'Afrique d'où il s'est répandu en Europe par l'Espagne, doit avoir été transporté par des colons dans le nouveau continent où il a passé de la domesticité à l'état sauvage.

Le *cerf* paraît être indigène dans les deux continens. Il habite l'Europe jusqu'au 64e degré, et l'Asie jusqu'au 55e, et en quelques endroits jusqu'au 60e degré. Il est donc difficile de croire qu'il ait passé en Amérique, comme Zimmermann le veut (3); le cerf *canadien* ayant des bois sans empaumures, est considéré avec raison comme une es-

(1) *Otho Fabricius*, Fauna Groenlandica systematice sistens animalia Groenlandiæ occidentalis, hactenus indagata, Copenhague, 1780.

(2) *Linnée*, Système, édit. 13e. *Gmelin*, I, p. 160.

(3) Ceci ne doit s'entendre que de la plupart des espèces du genre *cerf*; car l'*orignal* des Canadiens est l'*élan* de l'ancien continent (*cervus alces*); et, de plus, le *renne* (*cervus tarandus*) est commun au nord de l'Europe et de l'Amérique. J. H.

pèce à part (1). Zimmermann cherche encore à prouver par de nombreux témoignages que le cerf est répandu dans les îles de Java, de Sumatra et de Ceylan, ainsi que dans l'Abyssinie, dans la Guinée et dans la Barbarie. Mais d'abord les cerfs de l'Inde et des îles au sud-est de l'Asie, appartiennent à des espèces différentes de celles de l'Europe (2). Quant à l'existence des cerfs en Afrique, comme elle est unanimement niée par les anciens (3) et faiblement affirmée par les modernes (4), il paraît vraisemblable qu'elle se borne à quelques troupeaux égarés d'Asie ou peut-être sortis des parcs royaux et proconsulaires (5).

Mettrons-nous l'*ours commun* au nombre des animaux répandus tout autour du globe? Zimmermann le retrouve sous toutes les latitudes, à partir du cercle polaire vers l'équateur et au-delà; mais, dans les relations qu'il cite, on ne distingue pas toujours de quelle variété il est question. L'*ours noir* paraît répandu dans les deux mondes. L'existence de l'*ours brun* d'Europe dans l'Afrique septentrionale est démontrée. L'Amérique a ses espèces particulières. Il en existe une dont le pelage est brun en Sibérie;

(1) Il n'est pas certain que ce cerf soit différent du *wapiti* qui habite les vallées du Haut-Missouri. Les autres cerfs américains sont, au nord, le *cerf à grandes oreilles* (*cervus macrotis*), et celui de *Virginie* (*cervus virginianus*); et, au sud, le *cerf guazoupoucou* (*cervus paludosus*), celui du *Mexique* (*cervus mexicanus*), le *cerf guazouti* (*cervus campestris*), le *cerf guazoupita* (*cervus rufus*), et le *cerf guazoubira* (*cervus nemorivagus*). J. H.

(2) Ainsi, dans l'Hindoustan, ce sont le *cerf wallich*, le *cerf axis*, le *cerf cochon*, le *cerf hippelaphe*, le *cerf noir*, et le *cerf d'Aristote;* et, dans l'Océanie, ce sont le *cerf des Mariannes*, le *cerf cheval*, le *cerf muntjak* et le *cerf-musc*. J. H.

(3) *Herod.* IV, 192. Comp. *Plin.*, *Arist.*, etc. Apud *Wesseling*, ad Herod., loc. cit.

(4) *Gataker*, Miscellan., l. II, cap. 8. *Shaw*, Voyages (en français), 1, 323.

(5) Quoi qu'il en soit, le *cerf commun* (*cervus elaphus*), se trouve non seulement en Europe, mais en Asie et dans le nord de l'Afrique. J. H.

c'est sur les rivages de la mer Glaciale qu'habite l'ours blanc ou maritime (1).

Il resterait à discuter l'extension géographique de quelques petits animaux, sur lesquels il est très-facile de se tromper. L'*hermine*, ou la belette au museau noir, ne vit pas sous tous les climats et dans les cinq parties du monde, quoi qu'en ait dit Zimmermann; elle n'existe point en Amérique, et paraît ne point avoir quitté l'Europe et le nord de l'Asie.

Les *rats* et les *souris*, nos parasites incommodes, s'embarquent dans nos navires, et passent sans danger l'équateur et les cercles polaires. C'est par la navigation que ces deux espèces ont dû se répandre. Cependant, sur terre, ni les rats, ni les souris ne supportent le froid de la zone glaciale; il n'y en a point au Groënland, ni dans la partie la plus septentrionale de la Laponie. En Sibérie, ils ne s'étendent pas même au-delà du 62e parallèle (2).

Concluons qu'il n'est pas démontré qu'aucune espèce animale, exactement identique, se soit répandue naturellement sur tout le globe. Dans des climats qui se ressemblent, les organisations ont pris des caractères qui se rapprochent sans se confondre.

Il y a des quadrupèdes qui, pouvant supporter un très-

(1) La couleur du pelage est un caractère qui a plus d'une fois induit les voyageurs en erreur. Ainsi l'ours à poil noir existe bien dans les deux mondes, mais il appartient à deux espèces différentes. L'*ours noir* proprement dit habite l'Amérique septentrionale; mais l'*ours du Tibet*, l'*ours du Chili* (*ursus ornatus*), l'*ours aux grandes lèvres*, l'*ours malais* et l'*ours de Bornéo* (*ursus euryspilus*), qui forment autant d'espèces, sont noirs. Il en est de même des ours à poil brun : l'*ours de Sibérie* (*ursus collaris*) est de la même couleur que l'*ours brun* d'Europe (*ursus arctos*). Le plus grand de tous les ours appartient à l'Amérique septentrionale, c'est l'*ours féroce*, aussi redoutable par sa taille que par sa force et son agilité; il a 8 à 9 pieds de longueur. J. H.

(2) L'Islande nourrit une espèce particulière qui porte le nom de cette île. J. H.

grand degré de froid, se sont répandus dans les deux continens, mais ils n'ont point passé les tropiques, ils n'appartiennent qu'à la zone tempérée froide du nord. Le *renne* est de tous les animaux terrestres connus, celui qui s'éloigne le moins du pôle. En Scandinavie, il ne peut guère vivre au sud du 65e parallèle; en Russie, le climat plus froid lui permet d'exister jusque sous le 63e degré; en Asie, il descend encore plus bas, et l'extrémité de sa sphère s'étend dans la Tatarie chinoise, chez les Toungouses, au-delà du 50e degré. Cette ligne oblique, tirée depuis la Laponie jusqu'à la terre de Yeso, est très-remarquable, parce qu'elle désigne à peu près la *zone glaciale physique* de l'ancien continent (1). Le renne ne trouve qu'en dedans de cette ligne le lichen (2) dont il se nourrit. Comme le nouveau continent est, sinon plus froid, du moins plus inculte que la Sibérie, le renne ou le *caribou* du Canada, qui est le même animal, y descend jusqu'au 45e parallèle.

L'*ours blanc* ou *polaire*, animal absolument différent de l'ours ordinaire terrestre, et infiniment plus terrible, habite sur toutes les côtes de la mer Glaciale, et se laisse transporter d'un pays à l'autre sur les glaces flottantes. Cette manière de voyager a donc pu être commune, ou l'est plutôt encore à des animaux moins grands que l'ours blanc. Ainsi, les migrations des espèces animales polaires ne prouvent pas que les deux continens aient été contigus autrefois. Un pont de glace, tel que Cook en trouva, suffit pour les expliquer.

L'*isatis* ou le *renard polaire*, animal différent du renard ordinaire, paraît aimer le froid presque plus encore que le renne et que l'ours blanc; car celui-ci se retire ou se cache lorsque la nuit polaire commence, et ce n'est qu'alors que

(1) *Géorgi*, Descript. de la Russie, III, 1610.
(2) *Lichen rangiferinus*, L.

l'isatis se montre. L'isatis n'est pas borné au voisinage immédiat du pôle; il descend jusqu'aux îles Aléoutiennes, et au Kamtchatka d'un côté, tandis que de l'autre il se montre en Islande et en Laponie.

Quelques autres espèces habiles à nager ont pu passer par les îles Aléoutiennes, ou par le détroit de Béring. Parmi celles-ci, on doit nommer la *loutre* qui se trouve dans l'ancien continent, depuis le 70e degré, jusque vers le 20e, dans le royaume de Siam; mais en Europe, les pays sur la Méditerranée ne la connaissent guère; peut-être la culture l'en a-t-elle chassée. Dans le Nouveau-Monde, elle habite depuis le 50e parallèle jusqu'à l'équateur. La *loutre marine* aime les côtes du Kamtchatka et du nord-ouest de l'Amérique environ entre le 65e et le 40e degrés de latitude septentrionale.

L'industrieux et paisible *castor* a peut-être jadis habité tout le globe, ou du moins toute la zone tempérée boréale; car il y en avait en Italie, en Perse, en Egypte (1). La civilisation imparfaite de cette race a été détruite par l'homme. Dans le Nouveau-Monde, on trouve encore de petites républiques de castors, depuis le 60e jusqu'au 30e parallèle boréal. Même dans les déserts du Canada, les castors se sont retirés fort loin des habitations de l'homme.

La *marte* habite les deux tiers de la zone tempérée du nord, en commençant par les 67 degrés en Europe, les 64 degrés en Asie, et les 60 degrés en Amérique.

L'extension de quelques autres espèces animales est douteuse. Le *loup-cervier* ou *lynx*, ce tigre des climats froids, n'existe qu'au sud du cercle polaire; dans l'ancien continent, il se montre jusque dans les Pyrénées et dans la Mongolie. On ne connaît qu'imparfaitement les animaux du Nouveau-Monde, surtout de la Caroline et du Mexique septentrional, auxquels on a donné le nom de *lynx*. Un

(1) *Géorgi*, Descript. de la Russie, III.

animal, qui de jour en jour devient plus rare, l'*élan*, semble craindre les froids extrêmes, puisqu'en Europe il ne passe guère au-delà du 64e parallèle; de l'autre côté, on ne le trouve pas au sud du 52e. En Asie, plus on avance vers l'est, plus il devient méridional. L'élan d'Amérique, quoique peu différent, paraît être d'une race particulière; du moins, l'élan d'Asie ne dépasse point le Kamtchatka et les îles Kouriles (1). La région de l'élan, en Amérique, commence sous le parallèle avec lequel elle finit en Europe, c'est-à-dire au sud de la baie de Hudson, et s'étend jusqu'à la Nouvelle-Angleterre, ou même dans l'intérieur jusqu'à l'Ohio.

L'*écureuil volant* (*sciuropterus*) s'étend aussi loin au sud et au nord que les forêts de sapins où il fait sa demeure, en Asie et en Amérique. La *marmotte* suit en Europe la chaîne des Alpes et des Karpathes. Elle n'existe pas en Scandinavie, mais il y en a en Pologne et en Oukraine. On la retrouve à l'embouchure du Don et au Caucase; elle habite les monts Ourals, près la rivière de la Kama, et de là cette race s'est étendue jusqu'en Daourie. Dans le Nouveau-Monde, elle se trouve depuis le Canada jusqu'en Virginie, et même sur les îles de Bahama. Le *blaireau* et quelques autres petits animaux habitent également la moitié septentrionale de la zone tempérée.

Les quadrupèdes qui appartiennent exclusivement à l'un ou à l'autre des deux continens, sont en général d'une nature à ne pouvoir supporter le froid qui règne au-delà du 60e parallèle. Le *lemming*, espèce de souris qui souvent marche par grands troupeaux, d'un pays dans l'autre, habite toute la zone glaciale de l'ancien et du nouveau continent. Le *chevrotain porte-musc* habite les montagnes de l'Asie, depuis le Cachemire et l'Altaï et depuis l'Iraouaddy jusqu'aux embouchures du fleuve d'Amour. L'Amérique ne possède aucun animal de ce dernier genre.

(1) *Géorgi*, Descript. de la Russie, III, 1607.

Parlons des animaux qui semblent être attachés aux confins de la zone tempérée et de la zone torride.

Le *chameau* à deux bosses paraît originaire de la Bactriane ou Grande-Boukharie (1). Il vit dans la Turquie d'Europe, dans la Crimée, et jusque chez les Kirghiz et les Bachkirs sous le 55e degré de latitude, et dans un climat fort rigoureux (2). Le chameau vit même dans toute la Dzoungarie, dans la Mongolie et dans le pays des Tatares-Mandchoux, où l'hiver commence en septembre et ne finit qu'en mai. Il ne s'étend pas au-delà du 28e degré, en Chine et aux Indes; il ne peut pas vivre dans la presqu'île en-deçà du Gange : mais en Arabie, il a été transporté plus près de la zone torride.

Le *dromadaire*, ou le chameau à une bosse, connu par sa légèreté à la course, paraît originaire de l'Arabie (3) ou de l'Afrique; il a été transporté jusque dans la Chine méridionale, mais il prospère surtout en Afrique où il habite l'Egypte, toute la Barbarie, les bords du Sénégal et de la Gambie, toute la Nigritie, et même la Guinée et l'Abyssinie. Nous avions conjecturé qu'il se trouvait même dans le centre de l'Afrique (4); on vient en effet de l'observer au nord du pays des Boushouanas, sous le tropique du Capricorne.

Les chameaux de l'une et de l'autre espèce semblent être principalement attachés à cette longue suite de plateaux montagneux et de plaines nues et élevées, qui traversent tout l'ancien continent, et où ils trouvent les plantes salines, les *salsola*, les *statice*, les *artemisia*, de nu-

(1) *Arist.*, Hist. anim., II, cap. 1. *Plin.* VIII, 18. *Bochart*, Hierozoïcon, lib. II, cap. 4, p. 87-89.

(2) *Pallas*, Voyages en Russie, II, 302 *sqq.*; III, 20 *sqq.*

(3) *Bochart*, loco citato.

(4) Géographie de toutes les parties du Monde, publiée par *Mentelle* et *Malte-Brun*, I, 518.

risier des steppes et le *cytisus hirsutus*, dont ils font leur nourriture ordinaire.

L'agile *chamois* aime les montagnes de la zone tempérée, les cimes des Pyrénées, des Alpes, des Apennins, des Karpathes, du Caucase, et se trouve en Sibérie jusqu'aux bords de l'Ichim. L'*antilope-saïga* et l'*antilope à goître* habitent le plateau de Tatarie; la première s'étend jusqu'au 53e parallèle. La *gazelle* aux yeux doux et brillans, aime les contrées plus méridionales; compatriote du chamois, dans le Caucase, elle s'étend jusqu'en Arabie, et à travers toute l'Afrique jusqu'en Sénégambie. On la retrouve dans la zone tempérée australe et dans la Cafrerie, avec un grand nombre d'autres espèces d'antilopes. Le genre des *antilopes* suit, comme les chameaux, les grands plateaux de l'ancien continent. Cependant, il y a des espèces qui paraissent propres à la zone tempérée froide.

Le *chakal* existe, selon Zimmermann, en Turquie, en Barbarie, au Bengale, et en général dans les pays d'Asie et d'Afrique, situés entre 43 et 8 degrés de latitude nord. Mais un animal qui vit si près de la ligne, peut sans doute la passer; les prétendus loups du Congo et de la Cafrerie nous paraissent être des chakals.

Le *buffle*, généralement considéré comme originaire de la zone torride, est devenu domestique, et a été transporté jusqu'au 46e parallèle boréal en Europe et en Asie. Deux autres espèces voisines ont chacune leur patrie à part : le *bœuf grognant*, ou l'*yack*, habite le plateau de la Mongolie et le Tibet; le *buffle de Cafrerie* (*bos caffer*) paraît répandu dans toute l'Afrique, car pourquoi ne rapporterait-on pas à cette espèce tous les récits des anciens (1) sur des taureaux monstrueux, carnivores, redoutables aux

(1) *Agatharcid.* ap. *Phot.*, Biblioth., c. 39. *Strab.*, Geog. XVI, p. 533, edit Casaub. I. *Plin.*, VIII, 21. (Il faut distinguer les bœufs d'*Inde* à très-grandes cornes, *Plin.* VIII, 45. *Ælian.*, Hist. anim. XVII, 45.)

animaux et aux hommes, qu'on prétend avoir vus dans la Haute-Ethiopie, c'est-à-dire dans le Sennaar et l'Abyssinie, et auxquels Philostorge donne le nom de *taurélèphans*? Ces rapports sont confirmés par des témoignages modernes (1). L'espèce à cornes mobiles, obscurément indiquée par les anciens, paraît avoir été reconnue sur la côte de Mozambique. Peut-être retrouvera-t-on aussi un jour les bœufs ou buffles des Garamantes, que leurs cornes tournées vers la terre forçaient à paître à reculons. On pourrait croire que le *bonasus* décrit par Aristote, et qui vivait sauvage dans les montagnes de la Pæonie et de la Médie, canton de la Thrace, était un aurochs, espèce qui vit encore dans les montagnes du Caucase et des Karpathes, et dont il existe quelques individus dans les forêts de la Lithuanie. Les montagnes du Tibet renferment aussi plusieurs espèces fort remarquables, telles que le *bœuf-gour* et le *bœuf-jungli-gau* (*bos frontalis*).

Nous arrivons à des espèces propres à la zone la plus chaude de l'ancien continent.

La nombreuse famille des *singes* gambade dans les forêts entre les tropiques, et n'aime guère les climats tempérés, du moins dans son état sauvage. Des singes exposés sur les rochers de Gibraltar, y ont multiplié. Comme le mot *singe* a été pris dans une acception très-générique, on a dit que cet animal, quoique borné à la zone torride, se trouvait également dans les deux continens; mais, en distinguant les espèces, on voit qu'il n'y en a point qui soit commune aux deux mondes. Il y a même une limite bien tranchée entre la région qu'occupent les *guenons*, les *magots*, le *mandrill*, le *chimpanzé* et les autres singes d'Afrique, et celle où habite le véritable *orang-outang*, le *gibbon*, le *wouwou*, singes les plus rapprochés de la figure humaine, et qui se trouvent dans les îles de Bornéo et de Java. Dans les quadru-

(1) *Ludolf*, Comment. ad histor. Æthiop. I, cap. 10; III, cap. 11.

manes, il y a de même des limites marquées à chaque genre; les *loris* sont des Indes orientales; les *gallagos* de la Sénégambie, et les *makis*, proprement dits, appartiennent à Madagascar.

La *girafe* ou le *camélopardalis*, si remarquable par la hauteur de sa taille, par son cou de cygne, par ses mœurs douces et innocentes, semble n'appartenir qu'à une seule région de l'Afrique, savoir à celle qui s'étend en longueur entre le cap Guardafui et celui de Bonne-Espérance, et à laquelle on doit joindre les plateaux montagneux qui, probablement, occupent tout l'intérieur méridional de l'Afrique, entre les sources du Nil et celles des rivières de Congo, de la Coenza et du Zambèze. Cette région très-peu connue, excepté sur ses bords, semble être très-riche en espèces animales: on y connaît trois sortes d'ânes, le *zèbre commun*, que les anciens nommaient *hippotigre*, le *zèbre Burchell* (*equus zebroïdes*) et le *couagga*; on y voit le sanglier auquel deux protubérances placées de chaque côté du museau ont fait donner le nom de *sanglier à masque*. Comme cette région de l'Afrique jouit d'une température peu chaude, la girafe paraît y être circonscrite, moins par le climat que par son extrême timidité. On la voit jusqu'au 28e parallèle du sud, mais seulement sur la côte orientale.

Les deux variétés du *rhinocéros* ont chacune leur patrie: celle à deux cornes n'habite que l'Afrique méridionale, à commencer par le Congo et l'Abyssinie; l'autre, à une corne, se trouve aux Indes orientales et dans la Chine. Dans ce dernier pays, les rhinocéros vivent jusqu'au 30e parallèle du nord; ils se sont, de l'autre côté, répandus jusque dans les îles de la Sonde. Quelques relations font pourtant croire que des rhinocéros à une corne existent au Monomotapa; mais ne seraient-ils pas d'une espèce particulière (1)?

(1) Burchell a en effet signalé dans les plaines méridionales de l'Afrique

L'*hippopotame* est aujourd'hui borné à la seule Afrique; habitant de tous les grands fleuves de cette partie du monde, il s'y nourrit de végétaux; il se montre déjà en grand nombre près du cap de Bonne-Espérance.

Les *éléphans* d'Afrique et d'Asie sont de deux races différentes, et qui probablement ne se sont pas mêlées; car l'éléphant asiatique n'habite que les Indes, la Chine, depuis la latitude de 30 degrés, et quelques îles au sud-est de l'Asie où il a été conduit par l'homme : on ne trouve en Perse et en Arabie que ceux que de temps en temps on y mène, et l'on sait que l'éléphant ne multiplie pas lorsqu'il est en état de domesticité. L'éléphant africain ne monte qu'au 20e degré de latitude nord; de là, jusqu'au Cap, toute l'Afrique en est remplie.

Le *lion*, ce puissant et redoutable roi du peuple quadrupède, a perdu une grande partie de ses États; car il existait du temps d'Homère, et même de celui d'Aristote, en Grèce et en Asie mineure (1). On sait, par l'histoire profane et sacrée, qu'il y avait des lions en Arménie, en Syrie, en Palestine et en Egypte. Dans tous ces pays, le lion ne se montre plus. Ce terrible animal a appris à craindre les armes encore plus terribles de l'homme; il s'est retiré dans les contrées les moins peuplées; il habite les déserts de l'Arabie, d'où il fait des excursions aux environs de Bagdad; on le trouve, en Perse, dans les montagnes de l'Hindoustan, sur la côte de Malabar, dans les Ghattes et dans l'Indo-Chine. L'Afrique a toujours été et est encore le pays qui nourrit le plus de lions, quoique les Romains, en les recherchant pour leurs spectacles sanguinaires, en

une espèce encore mal connue, et dont la taille est double de celle du rhinocéros du Cap; les zoologistes lui donnent le nom de *rhinocéros de Burchell*. Ainsi l'on connaît cinq espèces de rhinocéros vivans : deux en Afrique, une en Asie, et deux dans les îles de Java et de Sumatra. Cette dernière a, comme celles d'Afrique, deux cornes sur le nez. J. H.

(1) *Hérod.* VII, c. 126. *Arist.*, Hist. anim. VI, c. 31.

aient diminué le nombre. Les plaines élevées, mais brûlantes, qui sont au-delà du mont Atlas, nourrissent les lions les plus forts et les plus courageux.

Le *tigre*, moins répandu que le lion, monte plus près du pôle; Tournefort en vit plusieurs sur le mont Ararat. Les auteurs russes prétendent qu'on voit de temps à autre un tigre s'égarer jusqu'en Mongolie et aux bords de l'Ichym en Sibérie (1). Il existe aussi dans la Perse orientale et en Chine; mais les climats où il développe le mieux son vaste corps et son caractère féroce, sont ceux du Bengale, du Dekhan, de Malabar, de l'Indo-Chine, de Ceylan et de Sumatra. C'est là que le *tigre royal*, digne favori des monarques de l'Orient, s'enivre du sang des esclaves qu'on livre à sa rage.

L'Afrique ne renferme point de vrais tigres : elle a en revanche les *panthères* et les *léopards*, deux espèces qui ne diffèrent sensiblement que par leurs taches, plus belles et mieux arrondies chez le léopard qui habite surtout la Guinée et la Sénégambie. L'*once*, qui diffère de la panthère par son poil gris et son naturel plus doux, est plus répandue : on la trouve dans toute la Barbarie, dans l'Arabie, et jusque dans la Tatarie et la Chine Elle se montre aux environs de Kouznetzk en Sibérie.

De cet aperçu de la distribution géographique des animaux propres à l'ancien continent, il semble résulter une vérité générale : l'*intérieur de l'Asie et celui de l'Afrique ont été, chacun de leur côté, les patries d'un certain nombre d'espèces animales.* Le tigre, l'éléphant indien, le chameau à deux bosses, le mouton sauvage, le *koulan*, ou âne sauvage, le *dziggtai*, ou l'âne cheval, le bœuf grognant,

(1) *Géorgi*, Description de la Russie, III, 1519. Nous avons vu plus haut que ce fait a été confirmé tout récemment par le témoignage de M. de Humboldt, et que l'on trouve des tigres jusque sur la pente occidentale de l'Altaï. J. H.

l'élan, le porte-musc, voilà les animaux caractéristiques du plateau central de l'Asie. Ceux qui caractérisent le plateau oriental de l'Afrique, sont le lion, l'éléphant d'Afrique, le dromadaire, la girafe, le buffle de Cafrerie, le zèbre, le couagga, les guenons, les mandrills. Nous sommes persuadés que le plateau septentrional de l'Afrique ou le mont Atlas, le plateau occidental de l'Asie ou le Taurus, et le centre de l'Europe ou les Alpes, ont également eu leurs races animales indigènes; mais ces vérités générales, nous l'avouons, offrent un moindre degré d'évidence.

Si les deux grandes masses de l'ancien continent ont produit chacune ses races d'animaux, pourquoi le Nouveau-Monde n'aurait-il pas les siennes? Pourquoi la magnifique chaîne des Cordillères du Mexique et du Pérou aurait-elle été plus étrangère au mouvement général des forces vitales que les plateaux d'Asie et d'Afrique ?

Il n'y a rien de plus naturel que de penser que le continent vaste et isolé de l'Amérique a eu aussi sa création à part. Les animaux, en très-petit nombre, qui ont pu passer d'un continent à l'autre par le nord, ne pouvaient guère parvenir à traverser les climats plus chauds du milieu de l'Amérique. Ainsi, l'Amérique méridionale du moins, serait restée absolument déserte, si la nature, qui ne laisse aucune terre sans habitans, n'avait pas fourni au nouveau continent des espèces animales absolument étrangères à l'ancien monde.

Parmi les animaux qui appartiennent en propre à l'Amérique septentrionale, nous croyons qu'on peut compter le grand élan, nommé *moose-deer*, par les Américains. Les ours, les lynx, les onces de l'Amérique (1), sont probablement aussi différens des animaux des mêmes noms dans l'ancien continent, que le sont les écureuils et les lièvres dont ils se nourrissent.

(1) Le véritable nom de l'once d'Amérique est *jaguar*. J. H.

Les *bisons*, ou les taureaux à bosse, sont les plus grands quadrupèdes du Nouveau-Monde. Ils errent en grands troupeaux depuis la baie de Hudson, dans tout le Canada, dans le territoire occidental des États-Unis, dans la Louisiane, au Nouveau-Mexique, et jusque sur les bords de la mer Vermeille, ou golfe de Californie; ainsi, ils vivent depuis le 52e jusqu'au 33e parallèle de latitude nord. Ils diffèrent des *zebus* de l'Inde, et de l'*aurochs* de l'Europe. Mais la laine épaisse qui revêt leur dos et leur cou, ainsi que la barbe qui couvre leur menton, rappellent, il faut en convenir, les *bisons* décrits par les anciens, comme un animal de la Scythie (1).

Le *bœuf musqué*, ou plutôt l'*ovibos musqué*, animal qui appartient à un genre tout différent du bœuf, puisqu'il est de la taille d'une génisse de deux ans, et qu'il offre l'aspect d'un gros mouton, habite les extrémités de l'Amérique, entre le Welcome, la mer de Baffin et la rivière du Cuivre.

Nous arrivons aux animaux indigènes de l'Amérique méridionale. Le *jaguar* (*felis onça*), le tigre du Nouveau-Monde, ressemble à la panthère par le poil, comprend des individus qui égalent le tigre en grandeur. Le *puma* ou le *couguar*, qui a été appelé *lion d'Amérique*, ressemblerait plutôt au loup pour le corps, et au léopard de Guinée pour la tête. Ce sont deux espèces absolument étrangères à l'Ancien-Monde. Le *couguar* ne s'étend que jusqu'au 45e degré de latitude australe.

Le *lama* ou *guanaco*, qu'on a nommé très-improprement le chameau du Nouveau-Monde, et qui, à l'état sauvage, porte le nom de *lama alpaca*, ou *paco*, et le *lama vicugna* ou *vigogne*, que l'on réduit en domesticité, habitent le Chili et le Pérou, jusqu'au 10e degré de latitude méridionale; ils ne se répandent point dans les plaines de Tucuman, ni dans celles du Paraguay.

(1) « Villosi *terga* bisontes. » *Sen.* Hippol., v. 64.

Le *tapir*, le plus grand quadrupède de l'Amérique méridionale, quoiqu'il n'ait que la hauteur d'une vache (1); l'armadille ou le *tatou*, le *tajassou-pecari*, le paresseux *aï*, le *bradype-unau*, le *fourmillier* proprement dit, le *tamanoir*, les divers *agoutis* et *coatis*, espèces qui toutes reconnaissent l'Amérique méridionale pour leur patrie, ne s'étendent en général que jusqu'au tropique. Le *tajassou* cependant, selon quelques rapports, se trouve dans le Chili. Les petits *singes à queue*, les *sapajous*, les *sagouins*, les *tamarins*, et autres espèces semblables, sont très-nombreuses, très-variées et très-jolies dans toute la zone torride de l'Amérique; elles diffèrent essentiellement des singes d'Afrique et d'Asie.

Aux confins de la zone tempérée, se montrent des cerfs de plusieurs espèces, des rongeurs encore inconnus et l'élégant *hamster chinchilla*. Les animaux qui appartiennent exclusivement au nouveau continent, sont, comme on voit, très-nombreux; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'aucun n'y atteint une taille élevée, c'est qu'on n'y voit aucun analogue des géans de l'Ancien-Monde. La géographie physique nous apprend les causes de cette particularité. Ne connaissons-nous pas la configuration particulière du continent américain? Des montagnes froides et en partie arides cèdent immédiatement la place à des forêts marécageuses, à des plaines habituellement inondées. La zone torride, en Amérique, offre peu d'étendue en terrain; la zone tempérée, au nord, est envahie par de froids marais; celle du sud ne renferme qu'une pointe du continent. Ainsi, partout dans ce même continent, les grandes espèces

(1) Cet animal a été long-temps regardé comme unique dans son espèce et particulier à ce continent; mais on en a trouvé une autre espèce à Sumatra. M. Lesson pense que le *mé* des Chinois, dont on a fait une espèce sous le nom de *tapirus sinensis*, est un animal fantastique composé de quelques traits de l'éléphant, du tigre et de plusieurs autres animaux. J. H.

animales ou sont étrangères au climat, ou n'y trouvent pas un espace libre pour se développer. Mais les animaux convenables au climat de l'Amérique, et que l'on y apporte, n'y perdent point leur taille, leur beauté, leur force. Le cheval et le bœuf n'ont point dégénéré dans les vastes pâturages du Paraguay. Si la race humaine a paru s'abâtardir en Amérique, attribuons ce phénomène au désordre politique des colonies mal organisées, et aux vices d'une population ramassée sans choix.

Si les reptiles et les insectes abondent en Amérique, si quelques uns y parviennent à une taille plus grande qu'ailleurs, ce n'est que relativement aux parties connues de l'Afrique. Ces parties, peuplées d'un temps immémorial, ont vu leurs animaux primitifs fuir devant l'homme; mais qui sait si l'intérieur de cette terre inconnue n'offre pas de vastes marais, aussi peuplés de reptiles et d'insectes que le sont les côtes de la Guyane? D'ailleurs, le Delta du Gange ne fourmille-t-il pas de serpens énormes?

Le caractère distinctif de la zoologie américaine méridionale, consiste donc principalement dans la différence des espèces, différence qui prouve combien cette grande péninsule est restée étrangère au reste du monde. Elle n'a même reçu aucune espèce animale de l'Amérique septentrionale, tandis que celle-ci a vu le nombre de ses animaux s'augmenter de quelques uns de ceux de l'Amérique méridionale.

Il reste à considérer un foyer de population animale encore peu connu, mais certainement bien distinct de ceux que nous avons examinés. Les îles au sud-est de l'Asie, et particulièrement la grande île nommée Nouvelle-Hollande, se trouvent dans une position très-semblable à celle de l'Amérique méridionale. L'Australie est le berceau de races animales très-différentes de celles de deux continens; mais ces races se sont peu répandues dans le reste du vaste

Archipel qui occupe le milieu du Grand-Océan. On n'a trouvé dans ces îles ni les *ornithorynques*, ni les *wombat*, ni les *opossum*, animaux particuliers à la Nouvelle-Hollande. On peut dire qu'à trois exceptions près, l'Australie n'a présenté jusqu'à ce jour que des carnassiers de la division des *marsupiaux*. Remarquons cependant que les *didelphes*, ou *sarigues*, que l'on peut regarder comme le type de cette famille, sont confinés dans l'Amérique méridionale; que les *couscous* sont répandus dans la Polynésie et la Malaisie, et qu'à la Nouvelle-Guinée on trouve le *kangourou* des anciens. Mais dans la Nouvelle-Hollande seule, on trouve ces *ornithorynques*, petits édentés qui passent pour être ovipares, les *échidnés* et les *pétauristes*. Le *casoar* appartient en commun aux îles Moluques et de la Sonde et à la Nouvelle-Hollande; si les *dazyures* remplacent dans l'Australie les *civettes* des autres parties du globe, le *koala* reste sans analogue. Quant aux carnivores amphibies, ce sont les mêmes espèces qui vivent sur toutes les îles de la Polynésie méridionale; la *roussette à tête cendrée* (*pteropus poliocephalus*) de la baie de Carpentarie, se trouve également à la Nouvelle-Guinée. Nous pouvons donc considérer la cinquième partie du monde, ou les terres Océaniques, au sud-est de la mer de la Chine, comme la patrie d'une masse d'espèces animales dont les découvertes ultérieures augmenteront le nombre et éclairciront l'analogie.

Telles sont les notions générales que nous avons pu donner sur la distribution géographique des animaux. Quelque imparfaites qu'elles soient, elles aideront nos lecteurs à classer les nombreux détails que renfermeront nos descriptions particulières des régions et des contrées.

LIVRE QUARANTE-SIXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme la demeure des êtres organiques. — Troisième section : De l'Homme physique.

La terre dominait au-dessus des mers; les nuages envoyaient leur douce rosée; les ruisseaux serpentaient dans la plaine; les forêts revêtaient les flancs de la montagne; les fleurs émaillaient la colline; dans les airs, au fond de l'Océan, et sur toute la surface du globe, les animaux divers se livraient aux mouvemens de leur intelligence imparfaite. Mais aucun être ne concevait la majestueuse harmonie de ce vaste univers; aucune pensée, libre et immortelle, ne planait au-dessus de toute cette poussière animée; aucun œil ne s'élevait, humide de larmes pieuses, vers la source éternelle de la vie. Le Créateur du monde voulut qu'il existât des êtres capables de comprendre son divin ouvrage, et l'*homme* naquit.

L'organisation physique de l'homme, en lui rendant communes ces lois de génération, d'accroissement et de destruction, auxquelles toute la nature vivante est soumise, porte cependant, dans toutes ses parties et dans son ensemble, un caractère si particulier, si extraordinaire, si sublime, qu'il est impossible de supposer aucune parenté, proche ou éloignée, entre les brutes qui ne font que vivre sur la terre, et celui qui est né pour y commander. Cette allure droite et élevée, qui annonce le courage et la dignité; ces mains, fidèles exécutrices de la volonté, ouvrières adroites des travaux les plus surprenans ou les plus utiles; ces yeux, détournés de la vile poussière, et dont le regard pensif embrasse l'immensité des cieux; ces organes

qui permettent à l'homme d'exprimer la pensée, par des sons articulés, variés et nuancés à l'infini; ce mélange admirable de force et de souplesse dans tous ses membres; en un mot, l'harmonie et la perfectibilité de tous ses sens, lui assignent le premier rang parmi tous les êtres vivans, et lui assurent l'empire de la terre.

L'anatomie et la physiologie ont mis ces vérités hors d'atteinte (1). Les naturalistes qui ont prétendu confondre l'espèce humaine avec celle des singes, malgré la différence essentielle des pieds, du bassin et des organes de la voix, paraissent n'admettre aucun principe constant pour la classification des espèces.

Les désavantages apparens de notre organisation hâtent même le perfectionnement de notre existence. Doués de la force du lion, cuirassés comme l'éléphant, couverts d'une peau impénétrable au froid et à l'humidité, nous serions peut-être restés engourdis dans une stupide indolence sans arts et sans industrie. La délicate faiblesse du corps humain, au moment de sa naissance, la lenteur de son accroissement, la multiplicité de ses besoins, toutes ces infirmités, tous ces maux que la nature nous a donnés pour escorte, sont autant d'aiguillons qui ont excité notre sens intérieur, autant de liens qui ont uni l'homme à l'homme, et fait naître les premières sociétés. De la faiblesse prolongée de notre enfance, résulte la société intime des parens et des enfans; de cette association naît la perpétuité de l'union conjugale. La réunion des hommes en familles est suivie de la formation des tribus et des nations. C'est en se réunissant à ses semblables, sous une commune loi, que l'homme s'est pour ainsi dire créé homme; c'est en appréciant sa faiblesse et en inventant des instrumens, qu'il s'est emparé des forces infinies de la nature entière; il a senti son indigence, voilà sa vraie richesse.

(1) Voyez *Cuvier*, Leçons d'anatomie comparée, etc.

Cet animal, si distingué de tous les autres, forme, dans la série des êtres, un *ordre* isolé, qui ne contient qu'un seul genre et une seule *espèce ;* car on entend par espèce un ensemble d'êtres organiques qui se reproduisent entre eux, et qui ne diffèrent que par des qualités variables et étrangères aux caractères qui constituent l'espèce. Or, toutes les races humaines que nous connaissons, produisent par leurs mélanges des individus féconds ou capables de produire à leur tour (1). D'un autre côté, les différences qu'on observe entre ces races, se bornent à des qualités que nous voyons encore tous les jours varier par l'influence du climat, de la nourriture et des maladies (2).

La première de ces assertions n'a pas besoin d'être développée; on connaît assez les nombreuses classes de *métis* et de *mulâtres* qu'ont produites les unions des diverses races humaines. Quant au second point, il est bon d'observer que les différences par lesquelles se distinguent les *variétés* des *espèces*, sont relatives ou à la *stature*, ou à la *physionomie*, ou à la *couleur*, ou à la nature des *cheveux*, ou enfin à la *forme du crâne*.

Personne n'ignore qu'une vie simple, une nourriture abondante, un air salubre, donnent à tous les êtres organiques des formes plus belles et plus grandes. L'exemple des Lapons et des Hongrois, dont la langue indique l'origine commune, et qui diffèrent extrêmement par la taille

(1) Nous devons faire observer cependant que la définition de l'*espèce*, telle qu'elle est donnée ci-dessus, n'est point de nature, quoi qu'en aient dit quelques savans naturalistes, à faire rejeter la division du *genre* humain en *espèces*; puisqu'il est reconnu que des animaux d'espèces bien tranchées, entre autres le chien et le loup, produisent des *métis féconds*.
J. H.

(2) *Blumenbach*, de Varietate nativâ generis humani, traduit en français par M. *Chardel*.

Plusieurs variétés accidentelles paraissent être en effet le résultat de quelques affections maladives. C'est ainsi que se perpétuent les *albinos* en Afrique, les *cagots* dans les Pyrénées, et les *cretins* dans les Alpes. J. H.

et la physionomie, prouve assez que la beauté de la même race varie selon le climat et selon les qualités du pays. Les Germains de Tacite, ces Patagons de l'Europe, ne se trouvent plus dans l'Allemagne civilisée, tandis que le Hollandais dans l'intérieur de la colonie du Cap, est devenu un géant (1). Combien de contrastes ne rencontre-t-on pas dans une seule nation et à de petites distances! Les paysannes de la Westrogothie sont des Vénus, et celles de la Dalécarlie sont généralement laides, quoique l'une et l'autre provinces soient au centre de la vraie patrie des Goths (2). Les passions violentes, le joug de l'hypocrisie, les occupations tristes ou agréables, les habitudes de l'activité ou de l'inertie, impriment un caractère permanent aux physionomies des nations entières.

Plusieurs différences de physionomie sont l'ouvrage de l'art, du moins en partie. D'après les rapports nombreux de témoins oculaires, il est certain que les nègres, les habitans du Brésil et les Caraïbes, les peuples de Sumatra et ceux des îles de la Société, dépriment et aplatissent soigneusement le nez des nouveau-nés, usage qui, sans doute, ne peut pas faire naître cette configuration héréditaire, mais qui contribue à rendre les exceptions infiniment rares.

Les variétés de couleurs semblent également dépendre des circonstances extérieures. La même nation renferme souvent des individus de teintes extrêmement différentes. La cause de la couleur réside dans le tissu muqueux et réticulaire, qui est immédiatement sous l'épiderme; si par l'influence d'une extrême chaleur, ou par quelque autre cause locale, le carbone surabonde dans l'économie animale, il est rejeté au dehors avec l'hydrogène, par l'action des vaisseaux sanguins du derme; mais le contact avec l'air atmosphérique l'ayant précipité, il vient se fixer dans le

(1) *Barrow*, Voyage au Cap. *Sparmann*, *Thunberg*, etc.
(2) *Arendt*, Voyage en Suède, I, 234, etc.

réseau muqueux. Cette application, fournie par la chimie moderne, nous fait concevoir pourquoi la peau des hommes blancs noircit dans certaines maladies, tandis que les nègres, dans le même cas, blanchissent ou plutôt jaunissent. L'un et l'autre phénomènes indiquent un dérangement dans les sécrétions. Mais nous ne dissimulerons point le seul inconvénient de cette explication : Si les nègres descendent d'une race originairement blanche, il a fallu des millions d'années pour que l'action répétée du climat leur rendît la couleur noire héréditaire. Or, les monumens géologiques semblent démontrer le peu d'antiquité du genre humain. « Ainsi, nous diront certains philosophes, » ou accordez-nous pour l'action des causes qui ont » formé les races humaines, une immense série de siè- » cles, ou avouez que ces races, si elles n'existent que » depuis 5 à 6000 ans, ont dû naître de couples diffé- » rens, et qui déjà offraient tous les caractères de leurs » descendans (1). »

Les nombreuses variétés de cheveux dépendent également des sécrétions des substances élémentaires dont le corps se compose; mais ici se présente une contradiction dans les faits. Parmi les nations civilisées de l'Europe, la

(1) Quelle que soit l'influence de l'action solaire sur la peau, il est certain que celle-ci revient à son premier état lorsqu'elle n'est plus soumise à cette action. Cette action, d'ailleurs, a des bornes assez restreintes : elle n'est certainement pas de nature à transformer une nation de blancs en nègres, ni une nation de nègres en blancs, sous quelque latitude qu'elles s'établissent, et quelque longue que puisse être la durée de l'action du climat. Depuis environ trois siècles que les Portugais sont établis sur la côte de Guinée, sur le territoire qui nourrit la race nègre, on ne voit pas qu'ils aient pris une teinte plus foncée que sous le soleil du Portugal. Les Portugaises et les Espagnoles sont même devenues, au Brésil et aux Philippines, plus blanches que dans leur patrie. On ne voit pas non plus que, dans l'Amérique septentrionale, les nègres soient d'une couleur moins noire. D'ailleurs ce qui renverse toutes les suppositions des partisans de l'influence des climats sur la teinte de la peau, c'est qu'aux

couleur des cheveux devient constamment plus claire, à mesure qu'on avance jusqu'à une certaine limite vers le nord; parmi les nations sauvages ou barbares de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique, on retrouve une même couleur de cheveux dans des climats absolument différens. Ainsi, tandis que l'Italien aux cheveux noirs et le blond Scandinave, bien qu'appartenans à la même variété de l'espèce humaine, offrent des effets sensibles de l'action du climat, les Lapons et les Samoïèdes ont les cheveux aussi noirs et aussi rudes que le Mongol, le Tibetain et le Chinois, à la race desquels d'autres raisons les font joindre. Tous les peuples nègres ont les cheveux laineux, même les Yolofs qui les ont un peu plus longs et moins frisés(1). Il ne paraît pas non plus que les cheveux américains offrent des nuances comparables à celles qu'on voit chez les nations européennes. Ainsi, la nature des cheveux reste toujours un des argumens les plus spécieux en faveur du système qui admet plusieurs *espèces* d'hommes.

Observons pourtant que dans la race européenne, la couleur des cheveux semble changer avec la civilisation, ou, si l'on aime mieux, avec la dépravation des nations. La race blonde qui, du temps d'Homère, fournissait à la Grèce des rois et des héros, dominait encore, au siècle de Tacite,

mêmes latitudes on trouve, dans les diverses parties du globe, des peuples de couleur différente. Cette observation a été faite avec beaucoup de sagacité par M. Bory de Saint-Vincent : « Sous ce brûlant équateur, dit-il, qui traverse dans l'ancien monde la patrie des Éthiopiens et des Papous couleur d'ébène, on n'a pas trouvé de nègres en Amérique; les naturels de cette autre terre semblent au contraire être d'autant plus blancs qu'ils se rapprochent davantage de la ligne équinoxiale; et la preuve que la couleur noire n'est pas causée uniquement par l'ardeur des contrées intertropicales, c'est que les Lapons et les Groënlandais, nés sous un ciel glacial, ont la peau plus foncée que les Malais des parties les plus chaudes de l'univers ». Ajoutons que, sous le même climat, on voit les Japonais à la peau d'un jaune-orange-pâle, et les Aïnos au teint brun-verdâtre, que l'on a comparé à la couleur des écrevisses vivantes. J. H.

(1) *Bruns*, Afrika, V, 69.

en Gaule-Belgique et en Germanie; aujourd'hui, elle paraît s'éteindre dans les villes du nord (1).

Les variétés de *la forme du crâne* semblent être de plus d'importance que toutes celles que nous avons examinées. Cependant, depuis que les savantes recherches de Gall (2) ont démontré que la configuration extérieure du crâne dépend de la forme du cerveau, on ne saurait considérer ces diversités dans une substance molle et susceptible de prendre toutes les formes, comme un caractère propre à indiquer une diversité d'espèce (3). La forme du crâne nous paraît dépendre, autant que la physionomie, du caractère moral des individus. Quoiqu'il ne soit pas possible d'assigner à chaque passion, à chaque talent, un organe particulier dans le cerveau, il semble constant que les hommes doués de beaucoup de talens et de passions fortes, ont la tête plus garnie d'éminences ou de bosses que la multitude. Un autre fait, c'est que la nation où les individus se ressemblent le plus par le caractère, offre une forme nationale

(1) M. A. *Desmoulins* (Histoire naturelle des races humaines) relate des faits qui tendent à prouver l'invariabilité de la couleur des cheveux quand il n'y a pas mélange de races; ainsi, depuis 800 ans qu'une race aux cheveux blonds est établie en Islande, elle n'y a point éprouvé le moindre changement dans la couleur des cheveux; ils n'y ont pas pris la teinte de la chevelure des Groënlandais. C'est donc au mélange des races qu'il faut attribuer les changemens dans la couleur des cheveux chez quelques nations. J. H.

(2) *Gall* et *Spurzheim*, Anatomie du cerveau, etc., avec fig. Chez *Schœll*.

(3) Il faut toutefois indiquer ici une distinction importante. Les protubérances organiques observées par Gall, et qu'il considère avec tant de talent et de sagacité comme indices des différentes facultés morales et intellectuelles, ne changent point la forme générale du crâne. L'ouverture de l'angle facial, la dépressiou plus ou moins grande de la boîte osseuse, la saillie des pommettes, la direction des mâchoires, l'inclinaison des yeux, peuvent donc être considérées comme autant de caractères spécifiques. Ainsi, à l'inspection d'un crâne, on peut déterminer à quel peuple il appartient, à moins qu'il ne provienne d'une race abâtardie.

constante du crâne; quand on a vu une tête d'Hindous, on les a vues toutes(1); au contraire, en Europe, où les caractères varient extrêmement, on trouve des crânes de toutes les formes, même les plus éloignées de ce qui nous en semble le type régulier.

La forme du crâne dépend souvent d'une cause artificielle. Une pression exercée continuellement pendant une longue suite d'années, donne bien plus souvent aux os planes du crâne une configuration particulière qui devient même nationale. Cet effet peut dépendre de la manière dont plusieurs nations placent leurs enfans dans le berceau, ou bien d'une compression manuelle exercée avec soin pendant long-temps. *Vesale* rapporte que de son temps les Allemands avaient presque tous la tête aplatie postérieurement, et élargie sur les côtés, parce qu'on les couchait constamment sur le dos, pendant qu'ils étaient au berceau (2). Les Belges, accoutumés au contraire à mettre les enfans dormir sur le côté, se faisaient remarquer par la longueur de la tête. Les Américains sauvages, depuis la Caroline méridionale jusqu'au Nouveau-Mexique, ont tous le crâne déprimé, parce qu'ils donnent dans le berceau, à leurs enfans, une position déclive, de manière que le vertex qui repose sur un sac rempli de sable, supporte tout le poids du corps(3).

Un usage qui a existé chez les nations les plus antiques comme chez les modernes, dans nos climats et dans les pays les plus éloignés, c'est de ramener la tête des nouveau-nés à une forme nationale, au moyen de liens, d'instrumens différens, ou de la simple pression des mains. Cette habitude eut lieu jadis, ou se retrouve encore aujourd'hui chez les habitans de plusieurs parties de la Ger-

(1) Comp. le bel ouvrage : *Description des Hindous*, par M. *Solvyns*.
(2) *Vesale*, cité par *Blumenbach*, § 63.
(3) *Adair*, History of the North American Indians, page 9.

manie (1), chez les Belges (2), les Français (3), chez quelques peuples d'Italie, chez les insulaires de l'Archipel Grec (4), les Turcs, les anciens Sigynes et les Macrocéphales du Pont-Euxin (5); elle est en vigueur chez les habitans de Sumatra, de Nicobar (6), et surtout chez différentes nations de l'Amérique, telles que les peuples du détroit de Nootka (7); les Chactas, nations indigènes de la Géorgie, les Waxsashs de la Caroline, les Caraïbes, les Péruviens (8), les Omaguas (9), et chez les nègres des Antilles (10). Cet usage fut défendu dans l'Amérique espagnole, par le décret d'un concile (11). On possède les descriptions les plus exactes des moyens que ces sauvages employaient pour donner à la tête de leurs enfans, par une pression uniforme, la configuration qu'ils désiraient (12). Ce fait étant démontré par tant de témoignages authentiques, il reste, à la vérité, encore à prouver si les formes du crâne obtenues par ces moyens, finissent, après une longue suite de générations, par être héréditaires et devenir une conformation naturelle : ce qui ne paraît pas possible. Hippocrate, dans son Traité des airs, des eaux et des lieux, parle en particulier des *Macrocéphales*, nation voisine du Pont-Euxin. Selon lui, aucun autre peuple n'a la tête faite comme eux; cette conformation particulière dans le principe, dépendait

(1) J. Chr. Gottl. *Ackermann*, dans Neue Magasin für Aerzte de *Baldinger*, t. II, p. 5-6. — (2) *Spigel*, de Hum. Corp. Fabricâ, p. 17.

(3) *Andry*, Orthopédie, t. II, p. 3. — (4) *Philites*, médecin épirote, cité par *Blumenbach*. *Strabon*, L. XI, p. 358. *Hipp.*, de aërib. aq. et loc. — (5) *Nic. Fontana* dans *Asiatick Researches*, t. III, p. 151. — (6) *Marsden*, History of Sumatra, p. 38. — (7) *Meares's*, Voyages, p. 349. — (8) *Oviedo*, Histoire gener. de las Indias. *Torquemada*, Monarchia Indiana, t. III. *Ulloa*, Relacion del viage, t. II, p. 533.

(9) *La Condamine*, Mém. de l'Acad. des sciences, 1745, p. 427.

(10) *Thibault de Chanvalon*, Voyage à la Martinique, p. 39.

(11) *Jos. Sanz. de Aguire*, Collectio maxima conciliorum omnium Hispaniæ et novi orbis, t. VI, p. 204.

(12) Journal de Physique, d'août 1791, p 32.

de leurs usages. Les Macrocéphales regardaient la longueur de la tête comme un indice de courage; d'après cette opinion, ils pétrissaient la tête des enfans nouveau-nés, et tâchaient, par différens moyens, de l'allonger aux dépens de sa largeur. Cette forme, dit-il, finit par devenir naturelle, et il fut inutile de rien faire pour la produire.

Il y a encore d'autres diversités dans les formes du corps humain qui paraissent propres à des nations, et peut-être à des variétés entières de l'espèce humaine. On prétend que plusieurs tribus sauvages ont les oreilles mobiles, mais c'est probablement par une mauvaise plaisanterie que plusieurs auteurs ont assuré que les anciens Bataves avaient les oreilles d'une difformité particulière, et que chez les Biscayens, cette partie est d'une longueur remarquable. Les mamelles pendantes des négresses sont dues à l'usage d'allaiter les enfans suspendus derrière le dos. L'ampleur de cette partie semble appartenir au climat chaud et humide. Les nègres ont, à ce qu'on assure, les signes de la virilité très-prononcés. Les femmes mongoles peuvent encore, après plusieurs accouchemens, se faire passer pour vierges (1). Nous parlerons autre part de la difformité des femmes boschismanes, dans l'Afrique australe. Chez les peuples de la mer du Sud ou du Grand-Océan oriental, les chefs et les grands doivent à leur paresse et à leur manière de s'asseoir, des jambes singulièrement enflées. Peut-être aussi l'*éléphantiasis*, maladie commune en Afrique, en Arabie et dans l'Hindoustan (2), étend-elle son empire sur les Terres Océaniques. Les jambes torses ou cambrées des nègres, avaient déjà frappé les anciens (3), et paraissent également communes aux nations mongoles (4). On attribue cette difformité, soit

(1) *Géorgi*, Description des nations de la Russie, II, 200.

(2) *Allard*, Histoire d'une maladie particulière au système lymphatique. — (3) *Arist.*, Problem. V, 14, etc., etc. — (4) *Pallas*, sur les Nations mongoles, t. I, p. 98.

à l'équitation prématurée, soit à la position des enfans qui, fixés pendant l'allaitement sur le dos de leurs mères, s'y appuient fortement avec les genoux.

Il y a des variétés plus essentielles dans la proportion des membres inférieurs, et qui tiennent à la race. Les sauvages de la Nouvelle-Hollande ont les jambes extrêmement longues et minces (1). Il n'est pas vrai que cette particularité se retrouve chez les Hindous, comme l'assure un observateur peu digne de confiance (2). Mais il paraît certain que les Mongols et les Américains ont les jambes et les cuisses trop courtes, en proportion du reste. Plusieurs nations ont naturellement les mains et les pieds petits. On a observé sur les armes des Hindous, que la poignée des sabres est trop petite pour la plupart des mains européennes. On cite aussi les Chinois, les Kamtchadales, les Esquimaux, les Péruviens, les Hottentots et les habitans de la Nouvelle-Hollande (3).

Les diverses nations diffèrent encore beaucoup par le degré de force dont elles sont douées. Les belles expériences de MM. Péron et Régnier ont prouvé que les nations sauvages, ou à demi civilisées, le cèdent aux Européens pour tous les genres de force active; mais nous pensons qu'elles possèdent dans un degré plus éminent cette force passive qui résiste à l'intempérie des saisons.

En résumant toutes les observations faites par les voyageurs, le célèbre *Blumenbach* réduit toutes les variétés de l'espèce humaine à *cinq types principaux*, auxquels, après un mûr examen, nous croyons ne devoir apporter que de légères modifications.

(1) *Péron*, Voyages aux Terres australes, Atlas, pl. XX. — (2) *La Boullaye le Gouz*. Voyages et Observ., p. 153. Comp. *Solvyns*, l. c.

(3) *De la Barbinais*, Voy. autour du monde, t. II, p. 62. *Dampier*, Suite du voyage autour du monde, p. 100. *Wales*, Philosoph. Transact., t. LX, p. 109, et *Curtis*, ibid., t. LXIV, p. 383. *Watkin Tench*, Account of the Settlement of Port Jackson, p. 179.

La *première variété* occupe les parties centrales de l'ancien continent, savoir l'Asie occidentale, l'Afrique orientale et septentrionale, l'Hindoustan et l'Europe. Ses caractères sont la couleur de la peau plus ou moins blanche ou brune, les joues teintes d'incarnat, les cheveux longs, bruns ou blonds, la tête presque sphérique, la face ovale, étroite, les traits médiocrement prononcés, le front uni, le nez légèrement arqué, la bouche petite; les dents incisives des deux mâchoires placées perpendiculairement; les lèvres, et surtout l'inférieure, mollement étendues, le menton plein et rond : la régularité des traits de ce visage qui est celui des peuples d'Europe, le fait en géneral regarder comme le plus beau et le plus agréable. Les traits de l'Hindou, ceux de l'Abyssinien et du Berber, habitant du mont Atlas, ne diffèrent pas essentiellement de ceux des Européens; il n'y a que la peau qui est rembrunie par l'effet du climat, et qui d'ailleurs chez l'Hindou et l'Abyssinien même, prend une teinte très-claire dans les provinces montagneuses. M. Blumenbach désigne cette race sous le nom de *Caucasienne;* mais ce nom blesse les droits de l'histoire civile, qui n'a aucune raison pour croire les peuples du Caucase plus anciens que ceux du mont Atlas ou des Alpes. Ni la physiologie, ni la géographie physique ne fournissent la moindre preuve d'une origine commune de cette variété de l'espèce humaine; elle a pu se former partout où existent les causes physiques dont elle dépend.

La *deuxième variété* est celle qu'on avait d'abord si mal désignée sous le nom de *tartare*, quoique les Tartares ou *Tatars* proprement dits, n'y appartiennent point; Blumenbach la nomme *mongolique*, nous l'appellerons *variété* ou *race orientale de l'ancien continent.* En voici le caractère : Couleur jaune; cheveux noirs, roides, droits et peu fournis; la tête presque quadrangulaire; la face large, à la fois plane et déprimée; les traits peu marqués et comme fon-

dus ensemble; l'espace entre les sourcils, large et uni; le nez petit et camus; les joues globuleuses et saillantes en dehors; l'ouverture des paupières étroite et linéaire; le menton pointu.

Cette variété se compose de tous les Asiatiques à l'orient du Gange et du mont Belour, excepté les Malais de l'extrémité de la péninsule au-delà du Gange. En Europe, on la retrouve, selon Blumenbach, chez les Lapons, chez les Finnois, et en Amérique chez les Esquimaux répandus depuis le détroit de Bering jusqu'au Groënland. Mais nous nous sommes convaincus qu'il faut rapporter les Finnois, descendans des anciens Scythes d'Europe, à la première variété, dont ils forment une très-ancienne subdivision, ayant connu les Celtes et les Basques, leur physionomie et leur idiome à part, ainsi qu'il sera démontré dans notre description de l'Europe.

La race orientale de l'ancien continent, circonscrite dans les bornes que nous venons de tracer, offre une remarquable identité de teinte, de physionomie, de forme du crâne, et même, ainsi que nous le verrons dans la suite, de langues.

La *variété américaine* se rapproche à plusieurs égards de celle que nous venons de considérer. En voici les principaux caractères : couleur cuivrée; cheveux noirs, droits, roides et rares; front court; les yeux enfoncés, le nez presque camus et cependant saillant; en général, les pommettes éminentes; la face large sans être plane ni déprimée; les traits, vus de profil, paraissant très-prononcés et comme profondément sculptés. La forme du front et du vertex est souvent ici un produit de l'art.

Cette variété occupe toute l'Amérique, excepté les extrémités septentrionales, habitées par les Esquimaux. Elle paraît renfermer plusieurs branches qui diffèrent considérablement soit par le teint qui, blanc chez les Kristi-

naux, arrive presqu'au noir chez les Brésiliens, soit par les traits et par la forme du crâne, tantôt aplati et tantôt allongé. Tous ces peuples ont de la barbe (1), mais elle est faible; il y en a qui, à l'instar de quelques nations mongoles et malaises, se l'arrachent. Le préjugé qui représente les Américains comme imberbes, a été propagé par le philosophe *Paw;* un écrivain encore plus accrédité, l'historien *Robertson*, a prétendu que tous les Américains ont les mêmes traits de visage : tant les vérités de la géographie physique ont été méconnues ou dédaignées par ceux qui ont écrit l'histoire de l'homme.

Nous allons revenir vers l'est pour considérer la *quatrième variété* de l'espèce humaine; c'est celle des Terres Océaniques désignées par Blumenbach sous le nom trop arbitraire de *race malaise*. En voici le caractère encore très-incertain : couleur basanée; cheveux noirs, mous, épais, abondans et frisés; la tête légèrement rétrécie; le front un peu bombé; le nez gros, large, épaté; la bouche grande; la mâchoire supérieure un peu avancée; les traits, vus de profil, paraissent marqués et distincts.

Cette variété comprend les insulaires de la mer Pacifique, les habitans des îles Mariannes, Philippines, Moluques, de la Sonde, et les indigènes de la péninsule de Malaca, la plupart des habitans de la Nouvelle-Hollande, et ceux de la Nouvelle-Zélande, peut-être même quelques unes des nations de Madagascar. Mais qu'il est difficile de rien statuer sur des peuples aussi imparfaitement connus, et qui paraissent renfermer des tribus d'origine diverse! L'immortel Quiros, qui le premier découvrit les îles de la Société, distingua soigneusement la disparité qui existe entre leurs habitans; il dit que les uns ressemblent aux blancs, les autres aux mulâtres, et enfin aux nègres (2).

(1) *Blumenbach*, Magasin de Gottingue, etc., etc. — (2) *Quiros*, dans *Dalrymple*, Collect. of Voy. to the South pacific Ocean, t. I., p. 161.

Des voyageurs plus modernes ont également comparé la caste dominante dans l'île d'O-Taïti aux Européens du Midi, et le peuple aux mulâtres (1). L'extension très-grande de la langue malaise, qui a d'abord fait supposer l'identité de ces nations, pourrait ne provenir que d'anciennes migrations et conquêtes. Cependant, les sauvages de la Nouvelle-Galles du sud, qui parlent un idiome différent du malais, offrent les principaux caractères physiques de la variété, telle que nous l'avons dépeinte (2).

La *cinquième* grande division du genre humain, ou la *variété nègre*, que Blumenbach appelle *éthiopienne*, ne présente rien de douteux. Ses caractères sont : la couleur noire; les cheveux noirs et crépus; la tête étroite, comprimée sur les côtés; le front très-convexe, voûté; les os de la pommette saillans en avant; les yeux à fleur de tête; le nez gros, et se confondant presqu'avec la mâchoire supérieure, qui est portée en avant; le bord alvéolaire étroit et allongé; les dents incisives supérieures placées obliquement; les lèvres, particulièrement la supérieure, gonflées; le menton retiré; les jambes en général cambrées.

Cette variété répandue dans toute l'Afrique occidentale et méridionale se retrouve aussi sur les côtes de Madagascar, probablement sur celles de nord-ouest, de la Nouvelle-Hollande, dans les grandes îles de Van-Diemen, de la Calédonie et de la Nouvelle-Guinée; on croit même qu'elle occupait anciennement les îles Philippines, Bornéo, Java et Sumatra; les *Alfourous*, qui habitent encore l'intérieur de quelques unes de ces îles, sont nègres; les indigènes des îles Andaman le sont également. Quand nous observons

(1) *Bougainville*, Voyage autour du monde, p. 211.

(2) Les naturalistes qui ont effectué les trois derniers voyages de circumnavigation, entrepris par ordre du gouvernement français, ont reconnu qu'il était impossible de comprendre dans la race malaise les habitans de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Zélande, les Taïtiens, les Mendocins et les Sandwichiens. J. H.

les différences entre un véritable nègre, à teint de jayet, à chevelure laineuse, crépue, un Cafre à teint jaune cuivré, à cheveux laineux, longs, un Diemenois, un Nouveau-Calédonien, un Papou à couleur de suie, à cheveux frisés; nous restons incertains si ces trois races, séparées d'ailleurs par des mers et des montagnes, sont chacune originaire de son domicile actuel, ou si elles descendent d'une souche commune.

Les Hottentots forment encore une exception remarquable; la forme de leur crâne est celle de la race malaise; ils ont le teint et la barbe faible de la variété mongole, mais leur chevelure laineuse les rapproche des nègres.

Telles sont les principales variétés de l'espèce humaine répandue sur toute la surface du globe (1).

Les anciens s'étaient à tort imaginé que la zone torride, embrasée des feux du soleil, ne permettait pas aux habitans de deux zones tempérées de communiquer ensemble.

(1) Nous avons conservé dans son intégrité la classification du genre humain donnée par Malte-Brun, d'après Blumenbach, quoiqu'il nous eût été facile de la modifier considérablement en la mettant en rapport avec les différentes classifications qui ont été proposées depuis Linné.

Le naturaliste suédois admet, comme Buffon, une seule espèce humaine, divisée en variétés. Celles qu'il adopte sont les cinq suivantes : l'*américaine brune*, l'*européenne blanche*, l'*asiatique jaune*, l'*africaine noire*, et la *monstrueuse*.

M. Duméril reconnaît cinq variétés : la *caucasique*, ou *arabe-européenne*, l'*hyperboréenne*, la *mongole*, la *malaise*, la *nègre*, et l'*américaine*.

M. G. Cuvier ne voit que trois races éminemment distinctes : la *blanche* ou *caucasique*, la *jaune* ou *mongolique*, et la *nègre* ou *éthiopique*. Il avoue que ni les *Malais* ni les *Papous* ne se laissent aisément rapporter à l'une de ces trois grandes races; mais il ne trouve pas de caractères suffisans pour distinguer les premiers des Hindous caucasiques et des Chinois mongoliques, et se demande si les Papous ne seraient pas des nègres anciennement égarés sur la mer des Indes. Les habitans du nord des deux continens, dit-il, les Samoïèdes, les Lapons, les Esquimaux, viennent, selon quelques uns, de la race mongole; selon d'autres, ils ne sont que des rejetons dégénérés du rameau scythe et tatar de la race cauca-

Ces préjugés, qui rétrécissaient l'univers, ont disparu devant les lumières que les *Colomb*, les *Gama*, les *Cook* nous ont procurées. Les navigateurs ont trouvé des habitans dans les climats les plus brûlans et dans le voisinage des pôles, sur les côtes les moins abordables, et dans ces îles qu'un immense Océan semblait séparer du reste du monde. Les îles de Spitzberg et de la Nouvelle-Zemble, au nord, la terre Sandwich, les îles de Falkland et de Kerguelen, au sud, sont les seuls pays d'une étendue remarquable qui se soient trouvés absolument sans habitans.

La terre entière est donc la patrie de l'homme. Il supporte tous les climats, et ses habitations s'étendent jusqu'aux derniers confins de la nature animée. Les Esquimaux de Groënland habitent jusque sous le 80e *parallèle*. A l'autre extrémité, la stérile Terre-de-Feu nourrit les pauvres Pecherais. Le Nouveau-Monde, quoique en général moins peuplé, est donc habité d'un bout à l'autre. Dans

sique. Les Américains eux-mêmes, ajoute-t-il, n'ont pu encore être ramenés clairement ni à l'une ni à l'autre de nos races de l'ancien continent, et cependant ils n'ont pas non plus de caractère à la fois précis et constant qui puisse en faire une race particulière. (Règne animal, tom. Ier, 1829.)

M. Virey admet deux espèces, qu'il distingue par l'ouverture de l'angle facial, et qu'il divise en six races. On sait que cet angle, appelé *angle de Camper*, est formé par deux lignes partant des dents incisives supérieures, et dirigées l'une à la racine du nez, et l'autre au trou auditif. La *première espèce* a l'angle facial ouvert de 85 à 90 degrés; elle comprend la *race blanche*, la *race basanée*, et la *race cuivreuse*; la *seconde espèce* a l'angle facial de 75 à 82 degrés; elle renferme la *race brune-foncée*, la *race noire*, et la *race noirâtre*.

M. Garnot suit une division analogue à celle de M. Lesson.

Celui-ci reconnaît trois races : la *blanche*, la *jaune*, et la *noire*, qui se divisent chacune en *rameaux* et en *variétés*.

Enfin M. A. Desmoulins et M. Bory de Saint-Vincent divisent le *genre* homme : le premier en 16 espèces, et le second en 15 espèces.

Nous donnerons à la fin de ce livre un tableau de ces trois dernières classifications qui nous paraissent les plus complètes et les plus en rapport avec les connaissances modernes. J. H.

l'ancien continent, les habitations de l'homme forment un ensemble qui n'est interrompu que par quelques landes sablonneuses ; et au milieu même de ces déserts, l'homme a peuplé les *Oasis*, ces îles de verdure éparses dans un océan de sable.

Le corps humain supporte, sur les bords du Sénégal, un degré de chaleur qui fait bouillir l'esprit-de-vin; dans le nord-est de l'Asie, il résiste à un froid qui rend le mercure solide et malléable. Les expériences de *Fordyce*, de *Boerhaave* et de *Tillet*, prouvent que l'homme est plus capable que la plupart des animaux, de supporter un très-grand degré de chaleur. On peut croire que notre corps résisterait également à un froid extrême, pourvu qu'il eût les mouvemens libres. Comme d'ailleurs le froid ne doit guère augmenter au-delà du 78° ou du 80° degré, il est probable que l'homme ferait voile sous les pôles aussi bien que sous l'équateur, s'il n'y était pas arrêté par les glaces.

La faculté qu'a l'homme de s'acclimater partout et en peu de temps, paraît venir de la même cause qui rend sa santé moins ferme et moins durable que celle des animaux. Les animaux doivent à la plus grande affinité des molécules de leurs corps, avec la matière brute, ces instincts qui nous manquent. Nos sens au contraire ne sont si irritables, notre corps n'est si susceptible d'impressions, la fougue de nos passions n'est si impétueuse, que parce que toute notre organisation est plus fine, plus délicate, plus spirituelle pour ainsi dire. L'instabilité de notre santé, et l'incertitude du terme de notre vie, dépendent essentiellement de cette mobilité de nos organes. Mais grâce à cette même mobilité nos organes se plient avec facilité et promptitude aux volontés de notre ame. Une ferme résolution de ne point se laisser vaincre par une maladie, est, de l'aveu de tous les médecins, un des remèdes les plus efficaces, tandis qu'une imagination craintive aggrave la

moindre indisposition. C'est ainsi que notre corps, pour s'endurcir et se roidir contre l'influence d'un climat nouveau, n'attend que les ordres de l'intelligence à laquelle il sert d'organe; sous chaque climat, les nerfs, les muscles, les vaisseaux, en se tendant ou se relâchant, en se dilatant ou se resserrant, prennent bientôt l'état habituel qui convient au degré de chaleur ou de froid que le corps éprouve.

On dit assez communément que le nombre total des hommes vivans sur la terre, peut s'élever à un *milliard* ou 1000 millions. Mais tous les calculs qu'on a faits à ce sujet, sont, et doivent être dépourvus d'exactitude. D'après toutes les probabilités, la population du globe entier doit s'élever à environ 740 millions: ce serait peut-être l'exagérer beaucoup que de l'évaluer à 800 millions. Dans cette évaluation l'Europe est comprise pour 228 millions, l'Asie pour 390, l'Afrique pour 60, l'Amérique pour 42, et l'Océanie pour 20 millions (1).

Nous trouverons des résultats plus positifs, en considérant les divers rapports qui existent entre les nombres des naissances, des décès, des mariages et des individus vivans de chaque sexe et de chaque âge.

« L'homme naît faible, dit un naturaliste; il tette d'un an à 18 mois, ne marche seul que vers deux ans, reste long-temps débile, entre dans l'adolescence vers 16 ans, dans la virilité à 30, dans l'âge mûr à 40, dans la vieillesse à 60, et décroît alors rapidement vers le terme de son existence (2). »

La limite naturelle de la vie humaine semble être l'âge de 80 à 90. Peu d'hommes surpassent ce terme; l'immense majorité périt long-temps avant de s'en être rapprochée. Le *quart* de tous les individus nouveau-nés meurt dans la

(1) Ces estimations ne s'éloignent pas beaucoup de celles qu'a présentées M. A. Balbi dans sa *Balance politique du globe*, en 1828. Malte-Brun, en 1810, donnait à l'Europe 170 millions d'habitans; à l'Asie, 320 à 340; à l'Afrique, 70; à l'Amérique, 40, et à l'Océanie, 20; ce qui formait un total de 620 à 640 millions. J. H.

(2) *Lesson*, Manuel de mammalogie.

première année; à peine si *deux cinquièmes* atteignent la sixième année, et avant la vingtième ou vingt-deuxième, la *moitié* d'une génération est dans le tombeau. L'ordre que la mort observe en frappant les humains, est un des phénomènes les plus admirables dans la nature; les causes en sont trop multipliées et trop compliquées pour pouvoir être développées ici. Les dangers qui accompagnent plusieurs métiers, la fougue des passions, la corruption des mœurs, y contribuent autant que la faiblesse naturelle du corps humain. En général, la *durée moyenne* de la vie humaine, l'une portant l'autre, se trouve entre 38 et 42 ans; c'est-à-dire, que de 38 ou 42 individus, il en meurt chaque année un (1).

Ce rapport varie singulièrement selon les sexes, les localités et les climats, même d'une province à l'autre. En France la mortalité moyenne est d'un individu sur 39.98 ou de 100 sur 3998; tandis qu'elle est d'un individu sur 26.3 dans le département du Finistère, et seulement d'un sur 53.5 dans celui des Hautes-Pyrénées. Dans la Belgique et la Hollande réunies on comptait en 1828 un décès sur 43.8 vivans, tandis que dans la province de Drenthe c'était un sur 55, et dans celle de Namur un sur 57.9; que dans la Hollande septentrionale c'était un sur 34.5, et dans la Zélande un sur 31.4. Dans la Suède la mortalité était de un sur 44.69, et en Russie de un sur 40. En Angleterre le nombre moyen des décès est de un sur 49, tandis que dans le pays de Galles il est de un sur 60 (2).

(1) Il est reconnu que, si tous les enfans étaient soumis à la vaccination, ce rapport serait changé, et que la vie moyenne serait augmentée de 3 à 4 années : ainsi sa durée serait de 41 à 46 ans. J. H.

(2) Consultez les mémoires de M. *Villermé* sur la population de la France, de M. *Quetelet* sur celle des Pays-Bas; le rapport de la commission royale de statistique fait au roi de Suède en 1828; les calculs statistiques sur la mortalité en Russie, par C. *Hermann*, et le New-Times du ... février 1828. J. H.

La mortalité est plus grande dans les villes, et surtout dans les villes importantes, que dans les campagnes. A Paris on compte un décès sur 33 individus. *Wargentin* suppute qu'il meurt à Stockholm un homme sur 17, et une femme sur 21. Suivant *Price*, il meurt dans les villes d'Angleterre, année commune, un individu sur 19 à 23; dans les petites, un sur 28, et dans les campagnes, seulement un sur 40 à 50. Aristote déjà engage les gouvernemens à empêcher l'accumulation de la population dans les villes (1). *Sussmilch* estime pour l'Allemagne la mortalité à un sur 40 dans les villages, à un sur 32 dans les petites villes, et à un sur 28, sur 24, et même 22 dans les grandes villes; aussi compare-t-il celles-ci à une peste continuelle. Ce préjugé général exagère un mal réel. Les campagnards ont sans doute deux grands avantages sur les citadins, celui d'un air plus pur, et celui d'une vie plus sobre et mieux réglée: mais comme de l'autre côté les paysans, les chasseurs et les pêcheurs sont exposés à des accidens violens, et mènent une vie misérable, on peut douter que les désavantages réels des villes soient aussi grands qu'on les a crus. L'apparence vient de ce que les hôpitaux sont presque tous établis dans les villes; les malades des campagnes et les indigens y affluent. Or, sur 26 à 29,000 décès à Paris, on en trouve ordinairement 7 à 8000 pour les seuls hôpitaux (2).

(1) *Arist.*, de Republ., VII.

(1) *Recherches statistiques* sur la ville de Paris et le département de la Seine. — 1829. Les observations du docteur Villermé, dans son *Mémoire sur la mortalité en France*, prouvent qu'on a beaucoup trop exagéré les effets de la corruption de mœurs qui distingue les villes populeuses. Bien qu'elle influe sur la grande mortalité qu'on y remarque, on doit plutôt attribuer celle-ci à la misère, à une nourriture malsaine et à l'entassement d'un grand nombre d'individus dans des habitations malpropres. Dans les départemens riches la mortalité est de 1 sur 46, et de 1 sur 33 dans les départemens pauvres. Avant la révolution de 1789, qui a eu pour résultat une répartition plus égale de la fortune par la division des grandes propriétés, la mortalité était beaucoup plus considérable en

Il paraît que l'air des plaines nues et élevées, ou des montagnes d'un accès libre, est favorable à la longévité; on peut dire la même chose de l'atmosphère insulaire, qui est toujours renouvelée par l'air maritime. La Russie, la Norvége, la Suède, le Danemark, l'Ecosse, l'Irlande et la Suisse, voilà les pays qui nous fournissent les exemples les plus nombreux et les plus authentiques d'hommes et de femmes, ayant prolongé leur vie au-delà de 100 ans. On peut compter dans ces pays un centenaire sur 3 ou 4 mille individus (1). Mais il y a beaucoup de contrées où la longévité est commune, sans qu'on ait à cet égard des données exactes. Pline désigne la région de l'Italie qui s'étend des Apennins au Pô, et de Plaisance vers Bologne, comme ayant été trouvée singulièrement riche en vieillards de 100 ans jusqu'à 150, lors des dénombremens faits sous les empereurs Claude et Vespasien (2). Les rares exemples d'une longévité extrême, d'une vie de 150 ans et au-delà, semblent pourtant appartenir indistinctement à tous les pays. Si l'Angleterre, dont on vante la salubrité, a offert jusqu'à

France qu'elle ne l'est aujourd'hui. Ainsi, en 1781, on comptait 1 décès sur 29 individus; en 1802 elle n'était plus que de 1 sur 30; et de 1820 à 1824 elle ne dépassait guère 1 sur 39; elle est enfin arrivée, ainsi que nous l'avons dit plus haut, à 1 sur 40. Il est vrai qu'il faut tenir compte de l'heureux effet qu'a produit la vaccine. « Les mesures propres à améliorer le sort des indigens, dit avec beaucoup de raison M. Villermé, sont cent fois plus importantes que celles qui ont pour but de les bien soigner dans les hôpitaux, quand c'est la misère qui les y a conduits. Il faut, ajoute-t-il, veiller de plus en plus à l'exécution des réglemens de salubrité, éclairer les classes inférieures par l'enseignement élémentaire, favoriser parmi les ouvriers les associations de secours mutuels, leur procurer de l'ouvrage, etc. »

On doit cependant tenir compte de certaines influences locales, telles que le climat, l'élévation, la sécheresse, l'humidité du sol et la manière de vivre des habitans : ainsi, en comparant la mortalité en Hollande et en Belgique, on voit que le premier de ces deux pays, à la vérité moins salubre que l'autre, présente une mortalité plus forte, quoiqu'il soit plus riche. J. H.

(1) *Sussmilch*, Ordre divin, etc., § 483. — (2) *Plin.*, VII, 49.

trois ou quatre exemples d'hommes, parvenus à l'âge de 150 à 169 ans (1), la Hongrie, qui n'est pas généralement parlant un pays très-salubre, a vu le fameux *Pierre Czartan* pousser sa carrière jusqu'à 185 ans (2); et *Jean Rovin*, âgé de 172 ans, avait une femme de 164, et un fils cadet de 117 ans. C'est dans le Bannat de Temeswar, pays cependant marécageux sujet à la fièvre pétéchiale, cette peste européenne, qu'on a observé ces exemples de longévité et bien d'autres (3).

Une vie sobre et exempte de passions tumultueuses, contribue certainement à prolonger l'existence. D'après l'auteur d'un petit ouvrage très-curieux (4), intitulé, *Apologie du jeûne*, 152 anachorètes, pris dans tous les siècles et sous tous les climats, ont produit 11,589 ans de vie, par conséquent, 76 ans et un peu plus de trois mois pour chacun, au lieu que le même nombre d'académiciens, moitié de l'Académie des sciences, moitié de celle des belles-lettres, n'a donné que 10,511 ans de vie, par conséquent 69 ans et un peu plus de deux mois de vie pour chacun. Il n'est donc pas impossible que dans les siècles de l'innocence patriarcale, il y ait eu des nations et des tribus chez qui les vieillards de 150 à 200 ans, étaient plus nombreux que parmi nous. C'est ce que les anciens affirment des *Seres*, des *Cyrni* de l'Inde, des *Epiens*, en Étolie, et des habitans des monts Athos et Tmolus.

Dans la marche ordinaire de la nature, du moins chez les peuples civilisés, et en faisant abstraction des cantons marécageux ravagés annuellement par les épidémies, il naît plus d'individus qu'il n'en meurt. On a trouvé des

(1) *Robinson*, Philosoph. transact., nos 44 et 221. *Baddam's*, Mémoire, I, 164, III, 174. *Harley*, Miscellam., VI, art. 8.

(2) *Comment. de rebus in scient. natur. et medic. gestis*, vol. V, p. 147.

(3) *Hanov*. Raretés naturelles, I, 120 (en allemand). *Cramer*, Append. ad Medicin. castrens. de climate Hungarico.

(4) Journal de médecine, vol. LXXIII, p. 340.

rapports très-différens : dans les campagnes, souvent il naît 1 enfant sur 22 vivans; dans les villes, le rapport est moins favorable, souvent de 1 à 40, plus ordinairement de 1 à 35. Le climat fait ici une différence très-remarquable. Le climat le plus salubre n'est cependant pas toujours celui où il naît le plus d'enfans : par exemple, en Danemark, le rapport des naissances aux vivans est de 1 à 31 ; en Norvége, il est comme 1 à 34. En France, ce rapport est comme 1 à 32. Un auteur qui fait autorité dans les recherches statistiques (1), a dressé un tableau du nombre d'enfans par ménages dans les divers pays de l'Europe ; voici quelques uns de ces résultats :

Il naît, année commune, par mariage :		
Dans la Suède		3.62
Dans la Moscovie		5.25
Dans la Hollande		4.20
Dans la Belgique		5.27
Dans une partie de l'Écosse		5.13
Dans l'Angleterre		3.50
Dans la Moravie et la Silésie		4.81
Dans la Bohème		5.27
En France		4.21
Dans le départ. du Bas-Rhin, réuni au Jura, en France.		5.02
Dans la Vendée, réuni au Morbihan	*Id.*	5.49
Dans la Loire, réuni aux Basses-Alpes	*Id.*	5.54
Dans les Pyrénées-Orientales	*Id.*	5.17
Dans le canton de Fribourg		5.35
Dans la Savoie		5.65
Dans le gouvernement de Venise		5.45
En Portugal		5.14

On voit par ces exemples que l'ancien préjugé qui faisait regarder le Nord comme l'*officine des nations*, est tout-à-fait dénué de fondement (2).

(1) M. *Benoiston de Châteauneuf*, Notice sur l'intensité de la fécondité en Europe au commencement du XIXe siècle, insérée dans le tome IX des Annales des sciences naturelles, année 1826.

(2) M. Benoiston de Châteauneuf prouve même que la fécondité est plus grande au midi qu'au nord. Pour cela il partage l'Europe en deux climats

Le genre de vie, la nature des différens métiers, et la qualité des alimens dont un peuple fait usage, sont les circonstances qui influent plus sur la propagation de l'espèce que le climat. On croit avoir observé que les peuples qui se nourrissent de poisson, multiplient plus facilement que ceux qui ne mangent que de la viande (1); mais l'exemple cité plus haut du nombre d'enfans par mariage dans les deux départemens maritimes de la Vendée et du Morbihan, comparés à d'autres parties de la France, prouve que cette observation est illusoire. On a aussi attribué la fécondité des femmes de la Sologne, contrée peu salubre, au sarrasin qui fait la nourriture principale de ses habitans; car cette espèce de grain, comme on l'observe dans les oiseaux, semble échauffer davantage les organes de la reproduction (2); mais tout porte à croire que si dans ce pays insalubre le nombre des enfans par mariage l'emporte sur celui des pays voisins, c'est que la mortalité y est plus forte. Chez les peuples qui mènent une vie errante, et

uniques, dont l'un commençant au Portugal et finissant à la Belgique, s'étend du 40e au 50e parallèle, et représente la région méridionale; l'autre, allant de Bruxelles à Stockholm, ou du 50e au 67e, forme la région septentrionale. Dans la première, il trouve que 100 mariages donnent 457 naissances, et que, dans la seconde, le même nombre d'unions n'en produit que 430. La différence, ajoute-t-il, devient encore plus grande si l'on compare les deux températures extrêmes : ainsi on compte, pour 100 mariages, 510 enfans en Portugal, et 362 seulement en Suède.

L'auteur, dont nous rappelons les observations, assigne avec raison à la fécondité des mariages une cause plus efficace que l'influence de la température : c'est l'abondance des subsistances ou un travail assuré. Il reconnaît que les naissances ne peuvent être très-nombreuses chez un peuple pauvre et opprimé, manquant d'industrie ou de liberté; mais, si l'on objectait que la Moscovie est presque aussi féconde que la Belgique, il y aurait à répondre que les serfs russes sont mieux vêtus, mieux nourris, mieux logés que la plupart des paysans des pays libres.

J. H.

(1) *Montesquieu*, Esprit des lois, l. XXIII, ch. 13.

(2) Mém. de la Société royale de Médecine, année 1776, part. II, p. 70.

qui sont peu nombreux, il naît moins d'enfans que dans les pays où les individus des deux sexes se trouvent plus rapprochés, et plus souvent en présence l'un de l'autre. Cependant, à l'époque d'une haute civilisation, le nombre des naissances diminue par la cherté des subsistances, qui rend les mariages plus difficiles. L'époque où un peuple vit principalement d'agriculture et dans une aisance moyenne, paraît être celle où il augmente le plus.

Ce sont ces influences physiques de l'air, des alimens et du genre de vie, qui rendent certaines saisons de l'année plus fertiles que les autres. Pline appelle le printemps la *saison génitale*. Hippocrate avait observé, avant lui, que le printemps était la saison la plus favorable à la conception. Le soleil et l'amour rallument en même temps leur flambeau. Aristote a dit, avec raison, que ce sont le soleil et l'homme qui travaillent à la reproduction de l'homme. Des observations faites dans plusieurs pays, semblent toutes s'accorder à indiquer les mois de décembre et de janvier comme ceux où il naît le plus d'enfans. Des circonstances locales, dépendantes du genre de vie d'une nation, peuvent changer cette règle générale. En Suède, selon *Wargentin*, le mois où il y a le plus de naissances, est celui de septembre; et le mois de janvier ne vient qu'après celui-ci. Ce fait n'a rien d'étonnant, lorsqu'on se rappelle que chez tous les peuples du nord, surtout dans les campagnes, l'époque de Noël et du nouvel an donne le signal de fêtes, de rassemblemens et de plaisirs.

Des causes politiques et morales influent très-directement sur l'augmentation des naissances. Le défaut de subsistance s'oppose à la multiplication des mariages; et ce n'est que par des mariages que l'État peut espérer de voir naître beaucoup d'enfans; le libertinage, la communauté des femmes, la polygamie, le divorce, n'ont jamais eu d'influence salutaire sur la population. Il est démontré par des

dénombremens authentiques que, sur deux masses d'individus égales en nombre, celle qui vit dans le mariage produit plus d'enfans que celle qui se livre à la débauche. Quant à la fameuse institution proposée par Platon, nous nous en rapportons à ce philosophe lui-même; la communauté des femmes, telle qu'il la concevait, réglée par des lois austères, avait pour but de *limiter* la population en l'épurant (1). La polygamie des Orientaux, vu l'égalité de nombre des deux sexes, ne donne à un homme plusieurs femmes, qu'en condamnant au célibat une grande partie de la nation. Aussi Montesquieu l'a déclarée nuisible à la population (2); mais ce même philosophe s'est constitué le défenseur de la facilité et de la fréquence du divorce; il a osé attribuer à cette institution l'énorme nombre d'habitans qu'il donne à l'ancien empire romain; enfin, il insinue que la religion chrétienne, en prêchant la continence et l'indissolubilité du mariage, a fait diminuer le nombre du genre humain (3). Cette ingénieuse calomnie est aisément réfutée par les témoignages des anciens eux-mêmes, qui tous s'accordent à représenter l'antique sainteté du mariage comme la source la plus directe des forces inépuisables de la république romaine (4); tandis que sous les empereurs, dans les siècles de la corruption, l'Italie serait restée inculte, faute de bras, si elle n'eût pas été cultivée par des légions, ou plutôt des nations entières d'esclaves amenées de toutes les parties du monde (5). Le mal réel que fait le célibat des

(1) *Plat.*, de Republ., lib. V. — (2) Lettres persannes, lett. 110. Esprit des lois, liv. XVI, ch. 6, liv. XXIII, ch. 2.

(3) *Montesquieu*, Lettres persannes, lett. 110 et 112. Comp. Esprit des lois, XVI, 15, XXIII, 21, à la fin.

(4) Dionys. Halicarn., II, *Valer. Maxim.*, II, c. 4. *Aul. Gell.*, IV, c. 3. *Plut.*, Parall. de Thésée et Romulus. *Cic.*, de Republ., lib. VI. « Majores nostri *firmiter stabilita* matrimonia esse voluerunt. »

(5) *Plin.*, Hist. nat., XXXIII, 10. *Seneca*, de Tranquill., c. 8, de brevit. vitæ, c. 12. *Athen.*, Deipnosoph., VI. *Lips.* de Magnitudine Romanâ, II, 15.

prêtres, institution purement humaine, ne saurait balancer les services qu'a rendus le christianisme, même sous le seul rapport de l'augmentation et de la conservation de notre espèce.

L'usage immodéré des liqueurs fortes énerve également un peuple, et dessèche les sources de la propagation. Un peuple actif, sobre, modéré dans ses passions comme dans ses plaisirs, sera toujours plus fécond qu'un peuple abâtardi par le luxe, la mollesse et la jouissance des voluptés, que dédaigne ou que désavoue la nature. Une preuve de ce que l'on vient de dire nous est fournie par la comparaison des pays agricoles et des pays de vignobles. Il paraît prouvé qu'un terrain d'une lieue carrée en champs, ne peut occuper et nourrir que 1390 individus; au lieu qu'un pareil espace planté en vignes, entretient 2604 personnes (1). Pourquoi néanmoins les pays de vignobles sont-ils souvent plus mal peuplés que des provinces agricoles, sous le même climat? Pourquoi les paysans vignerons sont-ils souvent si malheureux? C'est, sans doute, parce que l'ivrognerie est plus favorisée dans un tel pays, et aussi parce que le produit annuel de la vigne est plus incertain que celui des semailles en blé.

« L'époque de la puberté arrive plus tôt, dit-on, dans les pays chauds et méridionaux, que dans les climats froids, comme ceux des pays septentrionaux et des montagnes élevées. » Cette thèse, vulgairement adoptée, a besoin de restrictions. Il est vrai, par exemple, que les femmes barbaresques sont communément mères à onze ans, et cessent d'avoir des enfans à trente (2). Buffon rapporte, d'après Thévenot, qu'au royaume de Dekhan on marie les garçons à dix ans, et les filles à huit, et qu'il y en a qui ont des enfans à cet âge; de sorte qu'elles peuvent êtres grand'-

(1) Discours sur les vignes, Dijon, 1756.
(2) *Shaw*, Voyage en Barbarie, tome I, p. 395.

mères avant l'âge de vingt ans. Mais si cela était purement l'effet du climat, comme Buffon le croit, il s'ensuivrait une conséquence fort singulière. Le climat sous lequel habitent les nègres du Sénégal, est certainement plus chaud que celui de la Barbarie, et même que celui de la presqu'île de Dekhan. Donc, si c'est l'influence du climat seul qui hâte l'époque de la puberté chez les peuples de l'Inde, et qui la fixe à dix ou onze ans, la même influence devrait fixer l'époque de la puberté à sept ou huit ans chez les nègres, ce qui serait absurde. Au contraire, toutes les relations que nous avons consultées, semblent indiquer que la puberté chez les nègres n'est pas beaucoup plus hâtive que chez les peuples méridionaux de l'Europe. Il paraît donc que, même dans la zone torride, le phénomène physique dont il est question, dépend plutôt de la *différence des races* que de celle du climat (1).

Souvent aussi on doit en chercher la cause dans l'extrême dissolution des mœurs. Quoi qu'il en soit, le phénomène dont nous parlons n'influe probablement que très-peu sur le nombre des naissances, et point du tout sur l'augmentation de la population. D'abord on a observé que partout où les femmes sont nubiles de très-bonne heure, elles cessent aussi plus tôt d'être fécondes: aux Indes, elles vieillissent déjà à trente ans. D'un autre côté, les enfans, dans ces pays, sont plus faibles, et sujets à une mortalité plus grande.

Cette dernière observation doit même s'étendre indistinctement à tous les peuples; on doit toujours se garder de conclure à une augmentation de population, *uniquement* parce qu'on voit un énorme excédant de naissances sur les morts. Lorsque ces *excédans* sont trop disproportionnés au nombre des morts et à celui des mariages, on

(1) On sait en effet que la puberté se manifeste plus tard dans la race caucasique que dans la race mongole et la race nègre. J. H.

est fondé à soupçonner quelque inexactitude dans la rédaction des listes, ou quelque circonstance physique extraordinaire. Le *rapport des naissances aux mariages*, l'un portant l'autre, et dans un pays de quelque étendue, ne peut guère être au-dessus de 5, ni au-dessous de 3 naissances pour un mariage. Le rapport ordinaire, dans les pays les plus civilisés du monde, est de 4 naissances pour un mariage. Le *rapport entre les naissances et les décès*, est, année commune, depuis 101 jusqu'à 150 pour 100. Ce dernier rapport même n'a lieu que dans quelques provinces de peu d'étendue, et singulièrement favorisées de la nature. Tout ce qu'il y a de plus, en parlant d'un pays étendu, doit paraître suspect, à moins d'être prouvé par des dénombremens et des registres, revêtus d'un grand caractère d'authenticité.

Euler a calculé la table suivante, au moyen de laquelle on voit aussitôt en combien d'années le nombre d'individus d'une nation peut doubler dans des circonstances données (1).

Pays de 100,000 *habitans : mortalité de* 1 *sur* 36.

Les décès étant aux naissances comme	Le surplus des naissances sera :	Ce surplus fera de la somme des vivans,	Le doublement de population aura lieu en
10 à 11	277	$\frac{1}{361}$	250 $\frac{1}{12}$ années.
—— 12	555	$\frac{1}{180}$	125
—— 13	722	$\frac{1}{138}$	96
—— 14	1100	$\frac{1}{90}$	62 $\frac{3}{4}$
—— 15	1388	$\frac{1}{72}$	50 $\frac{1}{4}$
—— 16	1666	$\frac{1}{60}$	42
—— 17	1943	$\frac{1}{54}$	35 $\frac{3}{4}$
—— 18	2221	$\frac{1}{45}$	31 $\frac{2}{3}$
—— 19	2499	$\frac{1}{40}$	28
—— 20	2777	$\frac{1}{36}$	25 $\frac{3}{10}$
—— 22	3332	$\frac{1}{30}$	21 $\frac{1}{8}$
—— 25	4165	$\frac{1}{24}$	17
—— 30	5554	$\frac{1}{18}$	12 $\frac{4}{5}$

(1) *Euler*, Tables communiquées à *Sussmilch*, Ordre divin, c. VIII, §§ 152-156-162.

Le même géomètre, en admettant des suppositions extrêmement favorables à la propagation de l'espèce, a calculé une table en séries récurrentes, dont le résultat général est que le genre humain a pu se tripler en vingt-quatre ans, et qu'au bout de trois cents ans, la postérité d'un seul couple a pu s'élever à 3,993,954 individus.

Si l'on évalue le nombre total des humains à 700 millions, le rapport entre les décès et les vivans, de 1 à 33, et celui entre les naissances et les vivans, de 1 à 29 $\frac{1}{2}$, on trouve les résultats suivans pour la totalité du globe.

Époque de temps.	Naissances.	Morts.
Dans une année.....	23,728,813.....	21,212,121
—— un jour.....	65,010.....	58,120
—— une heure.....	2,708.....	2,421
—— une minute.....	45.....	40
—— une seconde.....	¾.....	⅔

D'où il suivrait que le nombre total du genre humain pourrait, dans une année, augmenter de 2,516,692 individus, si les guerres et les épidémies ne l'empêchaient pas. Cette augmentation ferait, en cent ans, monter le nombre des hommes à 3,216 millions. La terre pourrait bien en nourrir encore plus; mais les témoignages de l'histoire semblent jusqu'ici s'accorder à indiquer une augmentation beaucoup plus lente de l'espèce humaine.

Le *rapport entre le nombre des deux sexes*, est un objet très-important pour la statistique et pour la législation. En Europe, il naît toujours plus de garçons que de filles, dans le rapport de 16 à 15, de 21 à 20, ou, selon d'autres, de 26 à 25. La mortalité est aussi plus grande parmi les enfans mâles, à peu près dans le rapport de 27 à 26; d'où il suit que vers la quinzième année, l'équilibre est presque rétabli entre les deux sexes; cependant il y a encore un surplus pour le sexe masculin. Mais ce surplus en hommes, et même souvent un nombre trois ou quatre fois plus grand, est anéanti par les guerres, les voyages dangereux,

les émigrations, dont l'effet tombe moins sur le sexe féminin. Ainsi, en dernière analyse, les femmes se trouvent toujours en plus grand nombre dans nos climats que les hommes. Cette différence est surtout très-sensible après une longue guerre; selon Wargentin, elle s'est élevée, en France, après la guerre de sept ans, à 890,000, sur 24 ou 25 millions d'âmes; et en Suède, après la guerre du nord, à 127,000, sur 2, 500,000 individus. D'après les calculs de M. Rickmann, elle s'est élevée en Angleterre, en 1811, à 388,886 sur 9,538,827 habitans, et en 1821, à 310,543, sur 11,261,437 habitans.

Néanmoins la différence en nombre entre les deux sexes, n'est pas, en Europe, assez grande, ni surtout assez constante, pour qu'il soit permis d'en tirer quelque conclusion défavorable au système de la monogamie, ou des mariages entre un seul homme et une seule femme. Ces sortes de mariages, seuls conformes à la dignité humaine et à une saine morale, sont encore protégés par de puissantes raisons d'économie politique, et personne ne doute que la *polygamie*, ou le mariage d'un homme avec plusieurs femmes, ne serait une institution funeste pour le bien-être de l'Europe.

Quelques voyageurs(1) avaient paru croire que dans les climats chauds, il naît beaucoup plus de filles que de garçons; et comme le sexe masculin y est encore sujet à une plus rapide destruction que parmi nous, le surplus des femmes devait devenir extrêmement grand; d'où Montesquieu conclut que la polygamie a chez ces peuples des excuses très-plausibles; mais le fait d'où il part s'est trouvé absolument faux. Les recherches du P. Parennin, dans la Chine (2), les listes de baptêmes, tenues par les

(1) *Kœmpfer*, Description du Japon, I. l. 2, ch. 5. Recueil des voyages de la compagnie des Indes, I, 346.

(2) Lettres édifiantes, XXVI, recueil, p. 8 (Paris, 1743).

missionnaires danois de Tranquebar (1), les dénombremens faits par les Hollandais à Amboine et à Batavia (2); enfin, les renseignemens pris à Bagdad et à Bombay, par le judicieux Niebuhr (3), et ceux que l'on s'est procurés depuis sur plusieurs pays de la zone torride, ont démontré que le nombre des enfans des deux sexes n'est pas plus disproportionné dans l'Orient qu'en Europe.

On prétend, avec plus de raison, qu'il y a des peuples qui, ayant la coutume de vendre au dehors un grand nombre de femmes, en manquent chez eux, ce qui les a engagés à établir la *polyandrie*, ou le mariage d'une femme à plusieurs maris (4). Cette institution, si elle existe, est évidemment la moins favorable à la propagation.

On estime assez communément que lorsqu'il naît 10,000 enfans dans un canton quelconque, il doit y avoir en tout 295,022 habitans des deux sexes, dont 93,003 enfans au-dessous de quinze ans, et 202,019 personnes au-dessus de cet âge. Parmi ces individus il y aura tout au plus 23,250 mariages monogamiques (dont la durée moyenne peut être évaluée à 21 ans), 5,812 veuves, et 4,359 veufs, le reste célibataires.

(1) *Sussmilch*, l'Ordre divin, etc., § 418.

(2) *Valentyn*. Beschryving van Amboina, II, p. 342. *Struyck*, Nader ontdekkingen noppens den staat van het menschelyk geslagt, p. 104 (en holland.)

(3) *Niebuhr*, Description de l'Arabie, I, 102 *sqq*.

(4) *Duhalde*, Description de la Chine, IV, 461. *Strab*. (descr. de la Médie), IX, 798. edit. Almel. Comp. *Michaëlis*, droit mosaïque, II, 199 (en allemand.).

TABLEAU *des principales Classifications relatives aux différentes Races ou Espèces d'Hommes.*

Classification proposée par M. Bory de Saint-Vincent (1).

ESPÈCES DU GENRE HOMME.

† LEIOTRIQUES, *à cheveux unis.*

* Propres à l'ancien continent.

I. ESPÈCE JAPETIQUE (*homo japeticus*).

A. *Gens togata.* Races qui de tous temps portèrent de larges vêtemens —; et qui deviennent chauves par le front.

a. Race *caucasique* (occidentale).

b. Race *pélage* (méridionale).

B. *Gens bracata.* Races dont toutes les variétés ont adopté les vêtemens étroits —; et qui deviennent chauves par le vertex.

c. Race *celtique* (occidentale).

d. Race *germanique* (boréale).

1° *Variété teutone.*

2° *Variété sclavone.*

II. ESPÈCE ARABIQUE (*homo arabicus*).

a. Race *atlantique* (occidentale).

b. Race *adamique* (orientale).

III. ESPÈCE HINDOUE (*homo indicus*).

IV. ESPÈCE SCYTHIQUE (*homo scythicus*).

V. ESPÈCE SINIQUE (*homo sinicus*).

** Communes à l'ancien et au nouveau continent.

VI. ESPÈCE HYPERBORÉENNE (*homo hyperboreus*).

VII. ESPÈCE NEPTUNIENNE (*homo neptunianus*).

a. Race *malaise* (orientale).

b. Race *océanique* (occidentale).

c. Race *papoue* (intermédiaire).

VIII. ESPÈCE AUSTRALASIENNE (*homo australasicus*).

*** Propres au nouveau continent.

IX. ESPÈCE COLOMBIQUE (*homo colombicus*).

X. ESPÈCE AMÉRICAINE (*homo americanus*).

XI. ESPÈCE PATAGONE (*homo patagonus*).

†† OULOTRIQUES, *à cheveux crépus.*

XII. ESPÈCE ÉTHIOPIENNE (*homo æthiopicus*).

XIII. ESPÈCE CAFRE (*homo cafer*).

XIV. ESPÈCE MÉLANIENNE (*homo melanicus*).

††† HOMMES MONSTRUEUX.

a. Cretins.

b. Albinos.

(1) Voyez l'article *Homme*, du Dictionnaire classique d'Hist. nat., tom. VIII. — 1825.

Classification proposée par M. A. Desmoulins (1).

I. Espèce SCYTHIQUE.
  a. Race *indo-germaine*.
  b. Race *finnoise*.
  c. Race *turque*.
II. Espèce CAUCASIENNE.
III. Espèce SEMITIQUE.
  a. Race *arabe*.
  b. Race *étrusco-pélasge*.
  c. Race *celtique*.
IV. Espèce ATLANTIQUE.
V. Espèce HINDOUE.
VI. Espèce MONGOLIQUE.
  a. Race *indo-sinique*.
  b. Race *mongole*.
  c. Race *hyperboréenne*.
VII. Espèce KOURILIENNE.
VIII. Espèce ÉTHIOPIENNE.
IX. Espèce EURO-AFRICAINE (2).
X. Espèce AUSTRO-AFRICAINE.
  a. Race *hottentote*.
  b. Race *houzouanas* ou *boschismane*.
XI. Espèce MALAISE OU OCÉANIQUE.
  1° *Caroliniens*.
  2° *Dayaks* et *Beadjus* de Bornéo, et plusieurs des *Haraforas* ou *alfourous* des Moluques.
  3° *Javans*, *Sumatriens*, *Timoriens* et *Malais*.
  4° *Polynésiens*.
  5° *Ovas* de Madagascar.
XII. Espèce PAPOUE.
XIII. Espèce NÈGRE OCÉANIENNE.
  1° *Moys* ou *Moyès* de la Cochinchine.
  2° *Samang*, *Dayak*, etc. des montagnes de Malacca.
  3° Peuples de la terre de Diemen, de la Nouvelle-Calédonie, et de l'archipel du Saint-Esprit.
  4° *Vinzimbars* des montagnes de Madagascar.
XIV. Espèce AUSTRALASIENNE.
XV. Espèce COLOMBIENNE.
XVI. Espèce AMÉRICAINE.
  1° *Omaguas*, *Guaranis*, *Coroados*, *Puris*, *Alturès*, *Otomaques*, etc.
  2° *Botocudes* et *Guaïcas*.

(1) Histoire naturelle des races humaines. — 1826.
(2) Vulgairement nègres de Mozambique, Cafres, indigènes de la côte orientale d'Afrique.

3° *Mbayas, Charruas*, etc.
4° *Araucans, Puelches, Tehuellets* ou *Patagons*.
5° *Pecherais*, indigènes de la Terre-de-Feu.

Classification proposée par M. Lesson (1).

I. Race blanche ou caucasienne.
1er rameau. *Araméen*, Assyriens, Chaldéens, Arabes, Phéniciens, Juifs, Abyssins, etc.
2e rameau. *Indien*, *Germain et Pélasgique*, Celtes, Cantabres, Perses, etc.
3e rameau. *Scythe*, *Tartare*, Scythes, Parthes, Turcs, Finlandais, Hongrois.
1re variété, rameau *malais*.
2e variété, rameau *océanien*.

II. Race jaune ou mongolienne.
1er rameau *mandchou*.
2e rameau *sinique*.
3e rameau *hyperboréen* ou *eskimau*, Lapons en partie, Samoïèdes, Eskimaux du Labrador, habitans des Kouriles et des îles aléoutiennes.
4e rameau *américain*.
a. *péruvien* et *mexicain*.
b. *araucan*.
c. *patagon*.
5e rameau *mongol-pélasgien* ou *carolin*.

III. Race noire ou mélanienne.
1er rameau *éthiopien*.
2e rameau *cafre*.
3e rameau *hottentot*.
4e rameau *papou*.
5e rameau *tasmanien*.
6e rameau *alfourous-endamène*.
7e rameau *alfourous-australien*.

(1) Manuel de Mammalogie. — 1827.

LIVRE QUARANTE-SEPTIÈME.

Suite et fin de la Théorie générale de la Géographie. — De l'Homme, considéré comme être moral perfectible, ou Principes de Géographie Politique.

Long-temps nous avons considéré la terre comme un corps physique, ayant des rapports avec d'autres corps physiques qui l'environnent ou qui habitent à sa surface. Mais, dès qu'à travers l'immense série d'êtres qui s'est développée devant nous, nos recherches sont arrivées jusqu'à l'homme, nous avons aussitôt vu la *Géographie physique* céder peu à peu la place à la *Géographie politique*. Cette branche de notre science considère la terre d'après ses divisions politiques, et dans ses rapports avec les diverses sociétés civiles qui s'y sont établies. Il est évident que cette partie de la Géographie a, comme les autres, ses principes généraux, dont l'ensemble forme une *théorie*, et dont la connaissance doit précéder l'étude des descriptions particulières. Mais ceux de ces principes qui, fondés dans la nature de notre être, ne varient pas au gré des caprices humains, sont en petit nombre; les autres rapports changent, sinon d'un royaume à un autre, du moins d'une partie du monde à l'autre, ce qui nous engage à nous borner ici à un exposé rapide des premiers, en réservant aux autres leur place convenable dans les introductions particulières à la description de chaque grande division du globe.

Le *langage articulé*, noble héritage de la nature humaine, est le premier lien social qui manifeste et qui perpétue l'union civile des hommes. Peu d'animaux, même parmi les oiseaux et les quadrupèdes, ont un langage

articulé, ou à sons distincts et constans; ces langages d'ailleurs ne s'élèvent guère qu'à dix ou douze inflexions de la voix. Aucun animal n'a un langage *raisonné*, c'est-à-dire, dont les divers sons expriment constamment et distinctement des idées générales. Cette faculté d'exprimer nos idées par des mots, assure seul l'exercice continuel de notre mémoire; et, sans la mémoire, que serait le jugement? L'homme n'est un être raisonnable qu'au moyen de la parole. C'est la parole qui rend communes à toute l'espèce, les observations, les sensations et les découvertes de l'individu; de là naissent les sciences, les arts, la civilisation et la perfectibilité indéfinie du genre humain. Le langage considéré comme faculté morale et physique, paraît donc inné à l'homme; mais le choix des sons, leurs modifications, leurs combinaisons ont dû dépendre de la libre volonté des hommes; la logique naturelle y a sans doute influé, mais aussi les passions, mais aussi le goût, la délicatesse des organes, la nature du climat, la situation de la société. Les *langues primitives*, composées de peu de mots, simples comme les mœurs et les idées de ceux qui les parlaient, ont naturellement dû se perdre en se confondant avec les idiomes plus parfaits qui en étaient sortis, comme les nations primitives se sont perdues en donnant naissance aux nations connues de l'histoire. Ainsi, le germe disparaît quand la plante élève dans les airs sa tête fleurie; ainsi, les premières racines tombent en poussière, tandis que l'arbre étend au loin ses branches verdoyantes.

Mais si la recherche de la langue primitive paraît aujourd'hui abandonnée de tous les vrais savans, ils ne désespèrent pas de fixer le nombre de *langues-mères*, c'est-à-dire, de celles qui, dans les mots principaux dont elles se composent, dans les inflexions grammaticales qu'elles admettent, et dans la syntaxe qu'elles suivent, nous offrent un caractère indépendant de toute autre langue. Ces langues-

mères même, en présentant quelques traits d'une ressemblance éloignée, en rappelant obscurément la possibilité d'une origine commune, forment entre elles des *familles*, sans qu'aucune d'elles puisse prétendre à une prééminence d'antiquité (1).

En effet, à quel caractère reconnaîtrions-nous la haute antiquité d'une langue? Doit-elle être composée principalement de *voyelles*, comme l'otaïtien, le zend, le basque ou ibérien, l'algonquin, le caraïbe, l'esquimau? Mais ces langues, toutes en voyelles, ne se ressemblent d'ailleurs sur aucun point. La langue la plus ancienne sera-t-elle *monosyllabique*, comme le célèbre Adelung (2) voudrait nous le faire croire? Mais le chinois, le tibetain, le tonquinois et le siamois, qui seraient dans cette supposition les langues primitives, ne présentent pour les sons aucune ressemblance avec les idiomes des Celtes ou des Nègres.

(1) L'étude philosophique des langues prouve que toutes se tiennent les unes les autres par des nuances infinies. Dans leur manière de se former, dit M. Klaproth, tout est altération ou dérivation, et rien, ou presque rien, n'est création. Aujourd'hui les philologues ne s'occupent plus de rechercher les prétendues *langues-mères*, auxquelles on a donné, comme aux prétendues *langues primitives*, une influence qu'elles n'ont jamais pu avoir. Aussi M. Klaproth, dont l'autorité en semblable question est du plus grand poids, dit-il avec raison : « Il faut donc bannir une quantité d'expressions absurdes qui se reproduisent encore journellement, même dans les ouvrages élémentaires, telles que *langues-mères* et *langues-filles;* car il n'est plus permis que de voir des *sœurs* dans les idiomes qui existent présentement sur la surface du globe. Parmi ces sœurs il y en a plusieurs dont les traits se ressemblent, et beaucoup d'autres qui ont une physionomie tout-à-fait différente. Cela n'empêche pourtant pas qu'elles n'appartiennent aux mêmes parens. » L'opinion de M. Klaproth ne fait, selon nous, que confirmer notre opinion qui est celle de tous ceux qui étudient la nature : que les langues ne peuvent offrir que des caractères incertains pour la classification des *espèces* ou des *races* d'hommes; et que les caractères *physiques*, beaucoup moins vagues d'ailleurs que ne le prétendent les philologues, sont les plus permanens, et conséquemment sont les plus sûrs moyens d'arriver à reconnaître et à distinguer les grands groupes du genre humain. J. H.

(2) *Mithridates*, ou Notice générale des langues, par *Adelung*. Deux vol. in-8°, 1er vol., p. 1-20.

Si nous voulons examiner les langues sous le rapport de leurs formes grammaticales et de leur syntaxe, nous en trouverons d'un côté, dans lesquelles les rapports des genres, des personnes, des modes d'action et des temps, sont exprimés par les combinaisons les plus ingénieuses, les plus délicates et les plus profondes, comme dans le sanskrit, l'hébreu et le grec; de l'autre côté, nous en verrons où tous ces rapports, quoique toujours nécessaires à la pensée, ne sont rendus que par des alliances de mots vagues, obscures, puériles et arbitraires, comme dans le chinois, le celte, les idiomes des Nègres et ceux de la Nouvelle-Hollande. On dirait que ces dernières langues doivent être les plus anciennes, comme étant plus près de la *nature*, dans l'acception vulgaire de ce mot; cependant, l'histoire nous prouve évidemment que les Hébreux, les Indiens et les Grecs, existaient au moins aussi anciennement que les Nègres, les Celtes et les Chinois.

Il est donc indifférent par où l'on commence à compter les anneaux d'une chaîne qui se perd dans la nuit des siècles. Nous nommerons en premier lieu la Famille des *langues* INDO-GERMANIQUES, qui règnent depuis les bords du Gange jusqu'aux rivages de l'Islande. Les principaux genres de cette famille se suivent dans l'ordre géographique que nous allons indiquer. Le *sanskrit* a régné anciennement sur tout l'Hindoustan (1); du sanskrit descendent le *dewanagara*, l'idiome le plus pur de l'Inde, le *tamulique* et

(1) « La civilisation et la haute culture qui ont régné, dit M. Klaproth, parmi les peuples hindous, avant leur dégradation par la conquête des Musulmans, vivent encore dans leur littérature, et principalement dans leur idiome savant, le *sanskrit*. La perfection grammaticale de cette langue a porté ses admirateurs à la regarder comme très-ancienne; mais on sera peut-être obligé de rabattre beaucoup de cette haute antiquité après qu'on se sera livré à un examen plus mûr, et qu'on aura recueilli, pour décider cette question, des matériaux plus nombreux que ceux qui sont présentement à notre disposition. D'ailleurs il ne paraît pas probable que le sanskrit ait jamais été une langue parlée; l'opinion que cet idiome ne

plusieurs autres dialectes, parlés dans le Dekhan. Outre un certain nombre de racines que le sanskrit a de commun avec le grec, le latin, le slavon et l'allemand, il offre encore dans ses nombreuses déclinaisons et dans ses conjugaisons étendues, les rapports les plus frappans avec plusieurs langues de l'Europe, surtout avec le grec et le latin. La Perse nous présente trois langues anciennes : le *zend*, qui paraît avoir été la langue sacrée; le *pelhwi*, langue de l'ancienne Médie, et le *parsi*, idiome de la Perse, d'où descendent en partie le *persan* moderne et le *kourde*. Dans tout ce genre de langues, on retrouve beaucoup de mots germaniques; la grammaire, infiniment moins riche et moins parfaite que celle du sanskrit, se rapproche sur plusieurs points du génie des langues allemande et anglaise; les consonnes sifflantes, inconnues dans le sanskrit, se montrent déjà dans le parsi. L'*arménien* est rangé aussi parmi les langues indo-germaniques; il en est de même de la langue des Ossètes, peuple qui habite les montagnes du Caucase.

Le genre des *langues grecques* est un de ceux dont nous connaissons le mieux les diverses espèces. L'hellénique propre avait trois dialectes : le *dorique*, qui est entièrement éteint; l'*ionique*, avec lequel le *grec moderne* paraît avoir le plus de rapports; enfin, l'*éolien* qui, transplanté très-anciennement en Italie, donna naissance au *latin* (1).

soit qu'un perfectionnement de la langue parlée par les premiers conquérans indo-germaniques, a beaucoup plus de vraisemblance que celle qui fait du sanskrit la première source des langues actuelles de l'Hindoustan, du grec, du latin, du slave, et d'autres de la même famille. Quoi qu'il en soit, l'antiquité du sanskrit remonte vers la période de notre ère, et peut-être plus haut. » J. H.

(1) L'histoire ne donne rien de précis sur l'arrivée des tribus indo-germaniques en Europe : il est probable que leurs émigrations ont eu lieu à des époques très-différentes et très-reculées. Il paraît, comme le pense M. Klaproth que, même avant la venue des premières colonies grecques en Europe, d'autres tribus de la même famille s'étaient déjà fixées dans les contrées septentrionales de cette partie du monde, où, comme leurs

Au genre des *langues slavonnes*, qui, par leurs déclinaisons et plusieurs autres traits, se rapprochent du grec, appartiennent le slavon-illyrien, le polonais, le bohémien, le russe et les divers restes de la langue wende; la langue des Daces et des Gètes était probablement une ancienne branche de ce genre.

Dans le genre des *langues germaniques*, on aperçoit une très-ancienne division : les langues *frisonne*, *francique*, *saxonne*, *anglo-saxonne* et *alémanique*, forment la branche *teutonique*, tandis que le *mæso-gothique*, conservé dans les évangiles d'Ulphilas, l'*islandais* et le scandinave moderne dans ses deux principaux dialectes, le *suédois* et le *danois*, constituent la branche *gothique;* ces branches diffèrent comme le grec et le latin.

A côté et même au milieu de cette grande famille, composée des langues les plus parfaites, nous voyons d'autres familles également très-anciennes, mais qui, dans leur grammaire grossièrement combinée, n'offrent aucune ressemblance, ni entr'elles, ni avec les langues indo-germaniques. Telles sont dans l'occident de l'Europe les langues *celtiques*, dont les principales espèces sont l'*erse*, parlé encore en Écosse et en Irlande; le *gallois* ou le *kymrique*, conservé dans la principauté de Galles, et le *celte* proprement dit, dont le bas-breton est un reste très-mélangé. Dans la péninsule hispanique, il existait une langue ibérienne ou cantabre, dont le *basque* nous offre les restes intéressans, et qui, rivale de la celtique par sa simplicité primitive, en diffère totalement par les mots (1). Dans l'Italie

parens dans l'Inde, elles se fondirent avec les anciens aborigènes. Les raisons de cette hypothèse, dit M. Klaproth, se trouvent dans les traces indo-germaniques qu'on remarque dans l'albanais et dans les idiomes gaélic et kimri. J. H.

(1) Le basque est la seule langue de l'Europe occidentale qui n'ait pas été modifiée par les idiomes indo-germaniques, quoiqu'elle soit mêlée de beaucoup de mots qui leur appartiennent. J. H.

et la Grèce, les langues *pelasge*, *thrace*, *illyrienne*, *étrusque* et autres, ont disparu avant d'avoir été observées par des philosophes. Peut-être l'*albanais* est-il un reste de l'illyrien.

Des débris de toutes ces langues anciennes et de leur mélange avec le latin, ensuite avec les idiomes germaniques, slavons et même arabes, sont nés des *idiomes mixtes*, tels que le *valaque*, l'*italien*, le *provençal*, le *français*, l'*anglais*, l'*espagnol*, le *portugais*.

Au nord-est de l'Europe, on aperçoit les restes épars de la grande Famille des *langues* SCYTHICO-SARMATIQUES. C'est le *finnois* avec l'*estonien* et le *livonien* qu'on peut considérer comme le genre le plus distinct de toutes les autres langues du globe, ou du moins de toutes celles de l'Europe. Le *lapon*, le *permiaque*, le *tchérémisse*, avec divers autres idiomes répandus le long des monts Ourals et du Volga, le *hongrois*, originaire de ces mêmes régions, offrent toujours des traits de famille. Mais dans le *lithuanien* et ses dialectes, nous voyons le phénomène d'une langue différente des langues indo-germaniques par ses racines, et qui cependant possède dans sa grammaire des finesses étonnantes, des ressources inconnues aux autres langues scythiques, enfin, des rapports incontestables avec le grec.

Le Caucase, situé au centre des régions où dominent les langues indo-germaniques, loin de présenter une souche commune de ces langues, en interrompt la chaîne et nous offre dans le *géorgien*, le *circassien*, et quelques autres idiomes singulièrement rudes et simples, une *famille* ou plutôt un groupe de langues à part, langues peu connues et sans doute très-anciennes (1).

Mais si nous étendons nos regards sur la Syrie, la Mésopotamie, l'Arabie et l'Abyssinie, la belle et intéressante

(1) Les langues caucasiques, à l'exception de celle des *Ossètes*, forment deux grands groupes, suivant M. Klaproth. L'*oriental* comprend les dialectes des Lesghi et des Kisti ou Misidjeghi; l'*occidental* se com-

Famille des *langues* ARAMÉENNES nous attache par l'éclat de leur ancienne civilisation : abondance des sons gutturaux, richesse immense de mots, inflexions multipliées du verbe, simplicité et même pauvreté sous les autres rapports grammaticaux, tels paraissent les caractères communs de ces langues, parmi lesquelles nous distinguerons l'*arabe* ancien et moderne, avec ses colonies, le *moresque*, répandu dans toute l'Afrique septentrionale, le *geez* et l'*amharique*, dialectes parlés en Abyssinie, et les divers idiomes arabes qui s'étendent le long de la côte orientale d'Afrique; l'*hébreu* dans ses diverses modifications depuis l'antique idiome de Moïse jusqu'aux dialectes chaldaïque, samaritain et autres, aujourd'hui éteints, à l'exception du dialecte rabbinique ou l'hébreu moderne ; le *phénicien*, dont le *punique* ou carthaginois est la branche la plus célèbre, et dont le patois *arabe-maltais* conserve peut-être quelques restes; le *syriaque* ou araméen proprement dit ; enfin le *chaldéen*, différent de l'hébreu chaldaïque.

Comme la plupart des nations qui parlent ces langues descendent, selon Moïse, de *Sem*, on a voulu désigner cette famille sous le nom général de *langues sémitiques ;* on a également voulu donner aux langues indo-germaniques le nom de *langues japhétiques*. Mais, en admettant ces deux dénominations, on tombe dans l'inconvénient d'attribuer aux descendans de Cham toutes les autres langues, depuis le celte jusqu'au mexicain, et depuis le nègre jusqu'au chinois, malgré la différence originaire évidente de ces langues. Bornons-nous aux résultats de l'observation.

La Famille des *langues de l'Asie orientale* ou des langues MONOSYLLABIQUES, diffère entièrement de celle des langues

pose des idiomes des différentes tribus des Tcherkesses et des Abazes. Ces langues se rapprochent des idiomes septentrionaux de l'Asie et de l'Europe orientale qui appartiennent à trois souches différentes : l'*iénisséenne*, la *samoïède*, et l'*ouralienne*. J. H.

indo-germaniques. Elle comprend le *tibetain*, le *chinois*, le *birman* dans les dialectes de Pégou, d'Ava et autres; l'*annamique* dans les dialectes du Tonquin et de la Cochinchine, et le *siamois* dans ceux qui se parlent dans le Kambodje, et jusqu'à la région montagneuse de la presqu'île de Malacca. Toutes ces langues manquent plus ou moins de moyens pour marquer directement les cas, les genres, les nombres, les modes et les temps; ceux qui les parlent sont obligés de suppléer à l'absence des formes grammaticales et des règles de syntaxe par des intonations, des gestes, et par une sorte d'écriture hiéroglyphique (1).

Le nord, le centre et l'occident de l'Asie renferment la Famille des *langues* TATARES, comprenant trois ou même quatre genres de langues infiniment supérieures aux idiomes monosyllabiques. Le *turcoman*, le *boukhare* et diverses *langues turques* ou *tatares*, parlées par les *Tatars* proprement dits, depuis la Crimée et Kazan jusqu'au Tobol, et à Khiva par les Turcs-Ottomans, autres tribus, se distinguent par un système grammatical assez complet, surtout à l'égard des conjugaisons, et par la faculté de composer des mots avec autant de liberté que le grec, le persan et l'allemand : on y trouve plusieurs racines germaniques (2). La *langue mongole*, pauvre en combinaisons

(1) Le *tibetain* et le *birman* offrent beaucoup de points de ressemblance; le *chinois* se divise en plusieurs dialectes qui diffèrent principalement par la prononciation : la langue des lettrés, ou le *kouan-houa*, est basée, dit M. Klaproth, sur les mêmes racines que tous les autres dialectes chinois; mais ses formes sont moins rudes, et elle s'est défait de plusieurs consonnes finales qui font partie des mots radicaux chinois. L'*annamique* renferme beaucoup de mots chinois qui paraissent y avoir été introduits par de nombreuses colonies chinoises établies dans l'Annam deux à trois siècles avant notre ère. Le *siamois* et la langue de *Laos* ne sont que des dialectes d'un même idiome. J. H.

(2) M. Klaproth fait remarquer que les idiomes turcs montrent une si grande uniformité, qu'un habitant de Constantinople peut, sans grande difficulté, comprendre un Turc ou Tatar de la Sibérie ou de l'Asie centrale. J. H.

grammaticales, a pourtant des déclinaisons complètes; elle est riche en voyelles et en mots harmonieux. La *langue mandchoue*, quoique remplie de mots monosyllabiques, possède des formes grammaticales très-complètes et très-variées; elle offre, chose singulière, quelques racines grecques et germaniques (1). Le *coréen* et le *japonais* renferment des mots mongoles et chinois (2). Le *toungouse* est un dialecte du mandchou. Le *samoïède* en diffère. Cependant, on est tenté de croire que toutes les langues de l'Asie centrale et septentrionale, mieux connues, se rangeront dans une seule famille.

« La partie orientale de la Sibérie nous offre, dit M. Klaproth, quelques faibles et misérables tribus, qui cependant sont d'un grand intérêt pour l'étude des langues, parce que celles qu'elles parlent forment quatre souches distinctes. Ce sont les *Youkhagires*, qui habitent à l'orient des Turcs-Iakoutes, sur les bords de la mer Glaciale et de l'Indighirka; les *Koriaïkes*, dans le nord du Kamtchatka; les *Kamtchadales*, dans cette presqu'île; et à l'extrémité de l'Asie, les *Tchouktchi*, qui paraissent être un peuple venu de l'Amérique, puisqu'ils parlent la même langue que leurs voisins dans cette partie du monde, desquels ils ne sont séparés que par le détroit de Bering. La langue des Tchouktchis appartient indubitablement à celle des Américains polaires, parmi lesquels il faut ranger les Groënlandais, les Eskimaux et les habitans de Kadiak.

(1) Cette ressemblance tient, suivant M. Klaproth, à quelque ancienne migration de tribus indo-germaniques vers l'Orient, mais dont l'époque restera vraisemblablement couverte d'un voile mystérieux. J. H.

(2) Le coréen forme un genre de langue particulier; la langue japonaise a une grammaire très-compliquée; mais, quoiqu'elle renferme des mots chinois qui y ont été importés, elle n'a, d'après M. Klaproth, aucun rapport véritable ni avec le chinois, ni avec les idiomes parlés par les nations qui avoisinent le Japon. Un dialecte japonais est en usage dans la plupart des îles Lieou-khieou. J. H.

» La langue des *Kouriles* s'étend en différens dialectes depuis la pointe méridionale du Kamtchatka, par les îles Kouriles et l'Yéso, jusqu'au détroit qui sépare cette terre du Japon. Plus à l'ouest, elle est parlée sur toute la grande île de Tarrakai, et même sur le continent de la Tatarie, à l'embouchure de l'Amour, par les Galiaks et autres tribus de la même race. Cet idiome forme une souche à part, et offre peu de ressemblance avec d'autres langues (1). »

Les Terres Océaniques, depuis Sumatra jusqu'au-delà d'O-taïti, nous présentent une série d'idiomes qui tous ont des rapports avec le *malais*, que l'on parle dans la péninsule orientale des Indes. Le même genre se retrouve à Madagascar, mais dans un état plus parfait, avec une grammaire plus combinée. Les langues de la *Famille* MALAISE sont répandues dans cet immense archipel. Leur centre est dans les grandes îles de Sumatra et de Java. Le *tagalog* et le *bissayo* des îles Philippines, se trouvent aux îles Moluques et aux îles Mariannes ; il y en a des traces à la Nouvelle-Zélande. Ces deux langues ont aussi des rapports avec le mandchou et le mongole. Le *taïtien* est répandu dans toutes les petites îles du Grand-Océan. Plus à l'ouest, les peuples nègres de la Nouvelle-Calédonie, de la Nouvelle-Guinée, de l'île Van-Diemen et de la Nouvelle-Hollande, parlent des idiomes qui probablement forment une ou plusieurs familles à part.

L'Océanie nous présente un usage singulier : les princes à leur avènement au trône, changent plusieurs mots du langage national. Cette institution se retrouve en Afrique. Les nombreux idiomes des sauvages seraient-ils donc, en partie du moins, des espèces d'*argots*, créés et adoptés par des familles isolées et obligées d'être en garde les unes contre les autres ? Cette hypothèse offre beaucoup de vraisemblance.

(1) *Klaproth*, article *Langues*, dans l'Encyclopédie moderne. J. H.

Les langues de l'Afrique, extrêmement peu connues, ont paru innombrables à quelques voyageurs. D'autres pensent que cela n'est vrai que des idiomes des *nègres* proprement dits. En effet, depuis le Sénégal jusqu'au cap Negro, le langage parlé varie souvent de village en village; les langues des *Yolofs*, des *Foulahs*, du pays de *Dahomey*, des royaumes de *Benin* et de *Congo*, ainsi que celle de la Nigritie intérieure, offrent pourtant les mêmes combinaisons de consonnes, et quelques mots communs.

Dans le nord de l'Afrique, la langue des *Berbers*, qui se divise en plusieurs dialectes, nous paraît le dernier reste des idiomes parlés le long du mont Atlas et de la Méditerranée; mais on n'en a que de faibles notions. A la même souche appartiennent le *tamasey* du Maroc, le *choviah* de Tunis, le *touarik* du Fezzan, le *tibbo* du Sahara, le *chillah* ou *chillouh* du Darah, et d'autres que l'on ne connaît encore que très-imparfaitement. Le *copte* ou le *cophte*, reste de l'ancien égyptien, est mieux connu : on sait combien il est dégénéré puisque sur cent mots plus de la moitié appartiennent au grec ou à l'arabe.

« Quant au fond égyptien de la langue cophte, dit M. Klaproth, on aurait pu penser qu'on retrouverait dans d'autres idiomes de l'Afrique septentrionale des mots qui lui appartenaient; mais cette recherche n'a pas encore produit de résultats satisfaisans. On trouve au contraire un bon nombre de termes cophtes qui ont des rapports frappans avec les idiomes ouraliens, tels que le votiak, le permien, le morduin, d'Ostiak de l'Obi, le vogoul et principalement le tchérémisse et le tchouvache. D'autres mots cophtes offrent des ressemblances avec ceux de la langue des Samoïèdes, des peuples du Caucase et de l'Europe septentrionale. Ses rapports avec les dialectes de l'Asie méridionale sont moins fréquens; ils paraissent annoncer que l'on peut concevoir des doutes sur l'origine

africaine des Égyptiens. Nous savons d'ailleurs que la civilisation de l'ancienne Egypte n'a pas suivi le cours du Nil, mais qu'elle a, au contraire, remonté ce fleuve; ces deux faits viennent donc à l'appui l'un de l'autre. »

Dans la Nigritie orientale, les divers idiomes *foulahs*, tels que le *foullan* et le *fellata*, forment une *Famille*. Le *mandingo* et le *jallouka*, dans la Sénégambie, le *sokko*, parlé par une nation civilisée, le *sousou* et le *kong*, se rangent dans une autre, différente de celle du *yolof* et du *boullam*. Les langues *achanties*, au nombre de huit, paraissent aussi former une *Famille:* elles s'étendent sur presque toute la partie occidentale de la Guinée; mais, de l'aveu des philologues les plus instruits, les autres idiomes de cette grande contrée sont difficiles à classer avec certitude. Il en est de même des idiomes de la Nigritie intérieure et du Bournou, qui paraissent former deux ou trois Familles distinctes. Grâce aux recherches de quelques savans voyageurs (1), on connaît un peu mieux les langues de l'Afrique orientale, dans la région du Nil; on y entrevoit au moins quatre souches différentes : la *nubienne*, la *bicharieh*, la *tcharet-agow* et la *chiho-dankali*.

Sur la côte orientale, depuis Magadoxo jusqu'au pays des Hottentots, les noms géographiques démontrent la généralité de la langue *cafre*, qui même, parmi les Betjouanas, conserve des traces évidentes d'un mélange avec l'arabe.

Dans l'Afrique méridionale, à partir des côtes de l'océan Atlantique, les langues du Congo s'étendent assez loin dans l'intérieur. Ces idiomes montrent aussi des rapports frappans avec celui des Cafres. A l'extrémité australe de cette partie du monde, les Hottentots parlent un idiome particulier, rempli de gloussemens et de battemens de langue, qui produisent des sons semblables à

(1) Entre autres, *Salt* et *Seetzen*.

des cris d'oiseaux. Ces hommes ont la langue plus courte et plus épaisse que nous (1).

Serait-il possible que le caractère et le génie différent des langages humains, fussent les résultats d'une différence héréditaire dans les organes de la parole? Si l'on admettait ce principe, on pourrait en tirer des conclusions importantes. Par exemple, les Chinois, les Eskimaux et les Mexicains ne peuvent prononcer un *r*, ils le remplacent par un *l*; seraient-ils donc tous d'une origine commune? Mais gardons-nous de nous livrer avec trop de confiance à ces sortes d'analogies; elles pourraient conduire à des erreurs grossières. On a, par exemple, cru observer que la consonne combinée *mb*, qu'un Européen saurait à peine prononcer au commencement d'un mot, était commune aux langues des Nègres et des Américains méridionaux. L'observation est vraie, mais on ne saurait pas en conclure la commune origine de ces peuples, attendu que la confusion de *m* et *b* se retrouve dans le dialecte éolien (2), chez les anciens Grecs qui sans doute ne descendent ni des Péruviens, ni des Nègres. Il y a dans la Norvége des familles entières qui commencent tous les mots par les consonnes *ng*, si communes dans l'idiome des Nègres d'Angola. La confusion du *b* et du *w*, se retrouve chez les Grecs, les Gascons et les Russes. Les sons gutturaux des Arabes se retrouvent dans l'allemand, langue d'une famille différente. Ces exemples prouvent qu'il est bien difficile de distinguer ce qui, dans ces sortes de bizarreries, tient à des causes physiques et constantes, de ce qui ne dérive que des caprices de l'esprit humain. Revenons à l'énumération des idiomes.

(1) *Lichtenstein*, dans les Archives ethnographiques, par *Vater* et *Bertuch*, I, 259 *sqq*.

(2) Βάρμιτος pour βάρβιτος. Μῶλω pour βῶλω. Le latin *meo* du grec βέω, primitif probable, mais inusité de βῆμι et βαίνω, etc., etc.

Les *langues américaines* ne sont guère mieux connues que celles d'Afrique. M. de Humboldt pense qu'il y a dans cette partie du monde, un très-grand nombre de langues indépendantes les unes des autres. Ce qui en a multiplié le nombre, c'est l'usage de chaque nation conquérante et de chaque dynastie d'introduire une nouvelle langue. Ainsi, les *Toltèques*, les *Huaztèques* et les *Aztèques*, ont fait dominer successivement la leur dans le Mexique. Ces langues, dans lesquelles on a cherché péniblement quelques faibles rapports avec les idiomes mongoliques, ont une composition et une syntaxe très-compliquée.

Les idiomes eskimaux, au nombre de cinq, forment une Famille qui unit l'ancien continent au nouveau : ainsi le *tchouktche*, que parlent les peuples de l'extrémité orientale et septentrionale de l'Asie, offre des rapports avec l'*aglemoute* que parlent les peuplades des côtes et des îles de l'extrémité occidentale et septentrionale de l'Amérique. Les autres langues sont l'*aléoutien*, en usage dans les îles Aléoutes et dans la presqu'île d'Alaska, le *tchougatchekonega*, riche en formes grammaticales, et l'*eskimau* dont un des dialectes est le *groënlandais*.

La côte occidentale de l'Amérique du nord offre environ trente-deux idiomes qui paraissent former quatre groupes principaux.

Dans l'intérieur, chaque peuplade parle pour ainsi dire un langage différent : aussi est-il presque impossible de classer avec quelque certitude ces diverses langues que l'on évalue au nombre de vingt-deux. Les groupes que l'on distingue le mieux sont l'*iroquois* et l'*algonquin*. Les bords du Missouri sont habités par les Sioux-Osages dont les idiomes offrent des rapports de famille. La plus grande obscurité règne encore sur la plupart des idiomes usités dans l'immense région du plateau central de l'Amérique septentrionale : on y remarque cependant quatre ou cinq souches

différentes : le *tarahoumara*, le *panis*, le *caddos*, l'*attacapas* et le *chetimachas*.

« La grammaire de la langue mexicaine, dit M. Klaproth, est régulière et riche en formes. L'idiome de Cora, parlé dans les missions de Nayarit, appartient à la même souche que celui des Aztèques, et sa grammaire est aussi riche que celle de ces derniers. Outre la langue mexicaine, plusieurs autres idiomes sont encore parlés dans le Mexique; ils appartiennent à des familles différentes. Celui de Huasteca est indigène dans le diocèse de Mexico; il paraît avoir quelque analogie avec le *maya* et le *poconchi* du Yucatan. L'*othomi* est l'idiome du peuple qui porte ce nom et qui habite dans le diocèse de Mexico, de la Puebla, de Méchoacan, et de la Nouvelle-Galice; le *macahui* est un dialecte parlé dans les montagnes à l'ouest de la vallée de Mexico. L'*othomi* est le plus répandu dans la Nouvelle-Espagne, après le mexicain; il se distingue par un grand nombre de monosyllables et par la fréquence de ses aspirations nasales et gutturales. La langue *totonaca* est parlée dans une grande partie de l'intendance de Vera-Cruz, et dans le district de Zecatlan, de celle de Puebla. Outre ces idiomes répandus sur le continent, les indigènes des grandes îles de Cuba et de Haïti parlaient, à ce qu'il paraît, une même langue, qui, actuellement éteinte, avait une grande affinité avec le *maya*, encore en usage dans une partie de la presqu'île de Yucatan.

» Dans l'Amérique méridionale, nous rencontrons d'abord la langue caraïbe qui est parlée en différens dialectes, dont les principaux sont le *caraïbe* proprement dit, près du Cap-Nord, dans la Guyane française, et jadis usité dans les petites Antilles, et chez les Yaoi de la Guyane; le second dialecte connu est celui des Pariagotos près l'Ourabiche, qui tombe dans le golfe de Paria; le troisième est le *tamanaca*, parlé par les Tamanaques, nation jadis très-puissante,

mais réduite aujourd'hui à un petit nombre d'individus qui vivent sur la rive droite de l'Orénoque; les Aravaques, qui demeurent dans la province de Cumana et sur les rives malsaines du Berbice et du Surinam, parlent un quatrième dialecte caraïbe; il y en a encore plusieurs autres, mais ils sont inconnus. Dans la vaste région située entre l'Orénoque et le fleuve des Amazones, il y a également une infinité de peuplades et de langues; mais nous n'avons pas encore les moyens de les classer; la plupart de ces idiomes nous sont tout-à-fait inconnus. Dans le Brésil, la langue principale est celle des Guarani, dont celle qu'on appelle vulgairement le brésilien, ou *lingoa gerarle*, n'est qu'un dialecte, ainsi que les idiomes des *Tupinamba*, *Tupi*, et l'*homagua*. Les autres langues du Brésil et des pays qui en dépendent n'offrent que peu de points de contact entre elles, ou nous sont si peu connues, qu'il serait téméraire de vouloir hasarder, avec d'aussi faibles matériaux, une classification ethnographique des tribus qui les parlent. La langue propre du Pérou est la *quichua*, dont l'*aïmara* n'est pas très-différente. Le *mocobi* et l'idiome des Abipones forment une famille, ainsi que ceux de Videlà et de Loule; les langues *xamuca*, *chiquito*, *mobimi*, *cayubaba* et *sapibocona*, constituent, à ce qu'il parait, des souches différentes. La langue *araucana* est celle du Chili; elle diffère du *patagon* parlé dans la partie la plus méridionale de l'Amérique. »

Telle est la série des principales langues parlées par l'espèce humaine. Quelle longue échelle depuis l'idiome du Nègre et du Chinois qui ne distingue qu'à peine le singulier du pluriel, jusqu'à la langue grecque où la pensée la plus raffinée et la plus approfondie rencontre toutes faites les formes qui peuvent la fixer? Il y a des langues qui n'ont aucune expression pour des objets étrangers aux sens extérieurs, tels que l'âme ou Dieu; il y en a qui n'ont pas même de terme équivalent au verbe *être* ou au substantif

monde. Mais si la métaphysique paraît refusée à la grande majorité du genre humain, tous les peuples, même les plus sauvages, ont le sentiment de l'existence des forces invisibles qui régissent la nature et les destinées. Les diverses manières dont les nations manifestent ce sentiment, constituent autant de *religions* diverses; les actes extérieurs qui peuvent être le résultat de ces croyances religieuses, sont des *cultes*.

Le nom de polythéisme est donné à toute religion qui admet plusieurs dieux, quelles que soient la nature et la dignité qu'elle leur assigne. On en connaît plusieurs classes. La plus grossière de toutes est le *fétichisme*, ou l'adoration des *fétiches*. Par *fétiche* (1) on entend toute sorte de choses animées ou inanimées, que les prêtres de ces religions font regarder aux sauvages comme des êtres enchantés ou doués de quelque force magique et divine. Ces superstitions, les plus absurdes de toutes, règnent parmi les nations abruties de la côte de Guinée, et chez beaucoup d'autres sauvages. Elles se sont mêlées à toutes les croyances religieuses. La Pierre noire adorée à la Mecque avant Mahomet, et le dieu *Phallus* des Romains, étaient indubitablement des fétiches.

Le *sabéisme* tient un rang plus élevé; c'est l'adoration des corps célestes, du soleil, de la lune et des étoiles, soit séparément, soit tous ensemble. Ce système, très-ancien, répandu sur toute l'étendue du globe, même au Pérou, s'est mêlé avec toutes les autres religions; mais il n'existe plus sans mélange que chez quelques tribus isolées. Son nom vient des *Sabéens* ou *Sabiens*, ancien peuple de l'Arabie.

Les philosophes raisonnèrent sur les idées encore brutes de la multitude, les législateurs en firent des instrumens de civilisation ou de servitude. Il se forma trois hypothèses sur la nature de l'univers : le *matérialisme*, ou le

(1) Mot qui vient du mot portugais *fetisso*.

panthéisme, crut que tout ce qui existe est pénétré d'un esprit divin; le *dualisme* admet deux êtres éternels, Dieu et la matière, le bon et le mauvais principe; enfin, le système des *émanistes* supposa que tous les êtres, les bons et les mauvais génies, étaient émanés d'un Dieu suprême (1).

Le panthéisme, modifié par les lois nationales, et se confondant avec le sabéisme, devint le *polythéisme* raisonné ou mythologique. On peut classer sous ce nom toutes les religions, dans lesquelles les attributs de l'Être suprême sont personnifiés sous la figure des êtres divins séparés. Ces religions ne sont donc rien moins que barbares ou indignes de la raison humaine; elles sont les plus favorables à la poésie et aux beaux-arts. Elles ont fleuri chez les peuples les plus civilisés de l'antiquité. Néanmoins, elles sont de plusieurs genres très-différens l'un de l'autre; on peut les réduire à *trois* classes. La plus ancienne est peut-être la religion des *Egyptiens*. On peut l'appeler *zoomorphisme* (2). Les Grecs imitèrent les formes admises dans la religion égyptienne; mais ils méconnurent les principes fondamentaux de cette religion. Chez les Grecs comme chez les Romains, la nature humaine, embellie, servit de

(1) *Cudworth*, System. intellect., chap. I-III. *Dupuis*, Origine des Cultes.

(2) Les savantes recherches de MM. Champollion ont répandu une vive lumière sur les croyances religieuses des Égyptiens. Ce peuple admettait un Être suprême, unique et éternel, l'immortalité de l'âme et le dogme d'une vie future. Le Dieu tout-puissant n'était représenté par aucune image; ses qualités seules étaient personnifiées. A chacune de ces personnifications étaient consacrés différens attributs, une coiffure spéciale, un animal particulier. Ainsi tantôt cette divinité allégorique était offerte aux respects de la multitude sous la forme d'un corps humain revêtu de ses symboles spéciaux, d'autres fois, portant la tête de l'animal consacré et ornée de la coiffure du dieu, ou enfin sous la forme de l'animal lui-même avec cette même coiffure. De là cette multitude de figures religieuses qui distinguent le culte égyptien, et dont plusieurs offrent tant d'analogies avec les divinités de la Grèce. J. H.

type aux diverses personnifications de la divinité. C'était donc un *anthropomorphisme*. Elle variait à l'infini. L'adoration des héros nationaux modifia le polythéisme des Grecs et des Romains. La vénération des morts, en général, née d'un sentiment naturel, se mêla à toutes les religions; mais dans quelques unes elle paraît avoir joué le premier rôle. C'était le cas chez les *Celtes*, qu'on range d'ailleurs parmi les polythéistes. Chez d'autres nations, comme les Syriens, les Chaldéens et les Phéniciens, le culte des astres et des forces physiques de la terre, paraît avoir prédominé.

Dans la religion des brahmanes, l'Être suprême lui-même est censé se déguiser sous diverses formes divines, humaines et animales. On sent qu'il serait possible de regarder cette croyance comme la source de toutes les autres, même du fétichisme; mais on soutiendrait peut-être avec plus de raison que le brahmanisme n'est qu'un fétichisme ennobli. Toutes les erreurs se ressemblent. Quoi qu'il en soit, on peut qualifier la religion des Hindous de *théomorphisme*. C'est de tous les cultes anciens celui qui s'est le mieux soutenu : il règne encore parmi les Hindous.

Du brahmanisme s'est formé le *bouddhisme*, ou *culte de Bouddha*, qui se divise en trois sectes : le *bouddhisme primitif*, ou le *samanéisme*, répandu dans le Dekhan et l'île de Ceylan; le *bouddhisme réformé*, né dans l'Hindoustan, d'où il fut porté jadis au Tibet et dans la Boukharie, aujourd'hui en usage à Ceylan, et importé de cette île dans l'Indo-Chine, la Corée, la Chine et le Japon ; enfin le *lamisme*, établi dans le Tibet au 13e siècle et successivement adopté par les nations mongoles et par quelques Toungouses. Dans le samanéisme, appelé improprement chamanisme par quelques auteurs, Bouddha est regardé comme la neuvième incarnation de Wichnou. Les bouddhistes réformés honorent Bouddha comme un dieu puissant sous le nom de *Chakia-Mouni*, c'est-à-dire le *pieux pénitent de la maison de Chakia*;

les Mongols le nomment ordinairement *Chighemouni* et *Bourkhan bakchi* (l'instituteur divin) (1). Chez les lamistes, il est incarné dans la personne du Dalaï-Lama qui réside à Lhassa, au Tibet; c'est un personnage choisi enfant, tantôt dans la classe supérieure, tantôt dans celle des simples artisans, conformément aux intentions primitives de Bouddha qui ont été, comme le dit un de nos savans, d'abolir la distinction des castes et de ramener les esprits à des notions plus saines de la justice divine et des devoirs des hommes (2). Les lamistes ont adopté plusieurs cérémonies et quelques idées des sectes chrétiennes de la Syrie. Au lamisme se trouve mêlé, dans plusieurs pays de l'Orient, le *culte des esprits* ou le *naturalisme mythologique* de l'Asie orientale, professé très-anciennement à la Chine par les *tao-sse* ou docteurs de la raison.

Le système des deux principes, et celui des émanations, devaient naturellement se confondre, pour peu que les *dualistes* accordassent de supériorité à l'un de leurs principes, ou pour peu que les *émanistes* admissent la possibilité d'une révolte contre l'Être suprême. Voilà pourquoi les religions, dérivées de ces deux sources, se distinguent avec peine les unes des autres. Elles appartiennent même toutes ensemble au *monothéisme*, si l'on convient d'appliquer ce nom à toute religion qui n'admet qu'un seul véritable Dieu, quelle que soit la foule de génies, de fées, d'anges, de diables, dont on l'environne.

On connaît trois anciens systèmes religieux, qui ont pour base un *dualisme* plus ou moins prononcé. Le premier est la *religion des mages*, ou de *Zoroastre*. Il y a un Être suprême appelé *Zerwan*, ou le *temps sans bornes*, d'où sont émanés deux principes, l'un bon, appelé en ancien

(1) M. *Klaproth*. Vie de Bouddha, d'après les livres mongols. Mémoires relatifs à l'Asie, t. II, 1826.

(2) M. *Abel Remusat*. Discours sur l'origine de la hiérarchie lamaïque. Mélanges asiatiques, tom. I, 1825.

persan *Ehoro-meodaz*, et par les Grecs *Oromaze;* l'autre mauvais, nommé en ancien persan *Enghres-mecniosch*, et par les Grecs, *Arimane*. Ils se combattent; le bon remportera à la fin une victoire complète. Cette croyance, que l'on connaissait assez bien par les historiens grecs, se conserve encore parmi les *Parsis* ou *Guèbres*, dans le Kerman, et dans d'autres pays de l'Asie.

Dans le 1er siècle de notre ère, il se répandit dans l'empire romain un culte venu de la Perse, et connu sous le nom de *culte mithriaque*, qui offrait de grandes ressemblances avec la religion de Zoroastre, mais dans lequel le dieu Mithra, fils d'Oromaze, chargé de la conduite du soleil et du gouvernement du monde, médiateur entre Oromaze et les hommes, était l'objet d'une adoration spéciale.

On connaît moins la religion ancienne des peuples esclavons; *Biel-bog*, le dieu blanc, et *Czerno-bog*, le dieu noir, paraissent y figurer comme deux puissances ennemies. Des monumens authentiques nous donnent une idée de l'odinisme, qui régnait dans la Scandinavie : *Odin*, le chef des dieux bons; *Surtur*, le destructeur du monde, le mal physique; *Loke*, le mal moral, et tous les autres dieux, sont dans la dépendance d'*Alfader*, ou le Père universel.

A travers tant d'ingénieuses erreurs, ou de rêves bizarres, la céleste vérité se frayait en silence une route long-temps ignorée. Une petite nation reconnut l'unité absolue de la Divinité pour base de sa religion. Le *judaïsme*, dont plusieurs idées et images ressemblent à celles des mages de la Perse, ou des prêtres égyptiens, se divise aujourd'hui en deux sectes principales, savoir : celle des *karaïtes*, qui ne prennent pour guide que les livres du Vieux Testament, et celle des *rabbinistes*, qui attribuent au recueil connu sous le nom de Talmud, une autorité presque divine. C'est cette dernière secte qui domine en France et dans le reste de l'Europe occidentale.

Le *christianisme*, qui a pris son origine dans le sein du judaïsme, et qui, mêlé ensuite avec la philosophie platonicienne, modifié par les progrès de l'esprit humain, s'est divisé en une infinité de systèmes, étend aujourd'hui sa bienfaisante influence sur les contrées les plus civilisées, et dans toutes les parties du monde.

L'*église grecque* ou *orientale*, qui se rapproche le plus du christianisme des 5e et 6e siècles, est tolérée dans toute la Turquie, protégée en Hongrie, en Esclavonie, en Croatie, en Dalmatie, et dominante en Russie et dans les îles Ioniennes. Parmi ses branches, on distingue les nestoriens dans la Turquie d'Asie, autrefois très-répandus en Tatarie, en Mongolie, et jusque dans la Chine; et les monophysites, lesquels comprennent les coptes en Egypte, et en Abyssinie les jacobites (1).

L'*église latine* ou *occidentale* s'est séparée en deux grands partis.

L'*église catholique*, *apostolique* et *romaine* étend son empire sur la majeure partie de la France, sur l'Italie, l'Espagne, le Portugal, les trois quarts de l'Irlande, la plus grande partie de l'empire d'Autriche, la moitié de la monarchie prussienne, de la confédération suisse et des puissances secondaires de la confédération germanique; et dans les vastes colonies espagnoles et portugaises d'Amérique, d'Afrique et d'Asie. Le *pape* en est le chef spirituel. L'église gallicane se distingue par ses libertés, qui opposent une barrière invincible aux usurpations de Rome.

Les *Grecs-unis*, qui ont quitté l'église grecque orientale, forment un faible appendice à l'église catholique.

(1) L'église grecque n'admet point que le Saint-Esprit procède du Père et du Fils, et ne se sert point, pour la consécration, de pain sans levain. Ce sont là les principaux prétextes qui, après de longs débats de la part des patriarches de Constantinople, pour ne point reconnaître l'autorité du pape, ont amené la séparation de l'église grecque et de l'église latine.

J. H.

Les *églises protestantes*, d'après des nuances assez légères, se partagent en trois branches. Le *luthéranisme*, ou l'*église évangélique* (1), domine en Prusse, en Saxe, en Hanovre, dans le Wurtemberg et dans d'autres États de l'Allemagne, en Danemark, en Norvége, en Suède, en Livonie, et en Finlande. Dans l'empire d'Autriche, un grand nombre d'individus suivent les dogmes de cette Église. Le *calvinisme*, ou l'*église réformée* (2), domine principalement en Helvétie, dans quelques pays d'Allemagne, en Hollande; elle règne également en Écosse sous le nom d'*église presbytérienne;* les Anglais donnent à ses sectateurs le nom de *puritains*. On compte parmi les réformés, les indépendans ou congrégationalistes, qui dominent par le nombre dans les États-Unis d'Amérique.

L'*église anglicane* ou *épiscopale* ne se distingue des autres églises protestantes que parce qu'elle a maintenu la hiérarchie épiscopale. Elle règne en Angleterre ainsi que dans ses colonies, et, quoiqu'en minorité, domine impérieusement en Irlande.

Sans embrasser aucun système d'intolérance, et sans vouloir insulter à des hommes souvent respectables, nous donnons ici le nom de *secte* à tout parti religieux qui n'est devenu, dans aucun endroit, assez nombreux pour dominer dans l'État. Les principales sectes chrétiennes sont : les *unitaires*, sociniens ou antitrinitaires, protégés en Transylvanie, dans la Pologne prussienne : un très-grand nombre de

(1) L'église évangélique ne reconnaît que deux sacremens, le baptême et l'eucharistie. Dans le premier, le péché n'est point effacé; dans le second, pour lequel elle se sert du pain sans levain, elle admet la présence réelle, mais non le changement de substance en une autre. Elle rejette la pénitence, la confession auriculaire, les indulgences, le purgatoire, les images et la messe. J. H.

(2) L'église réformée rejette la présence réelle dans l'eucharistie, le sacrifice de la messe, le purgatoire, l'invocation des saints, la hiérarchie de l'église et les cérémonies. La communion s'y fait sous les deux espèces et avec du pain ordinaire. J. H.

catholiques, de luthériens et de calvinistes, sont en secret attachés à ce système; les *arminiens* ou remontrans, parti né en Hollande et qui s'est rapproché des unitaires; les *mennonites*, d'abord connus sous le nom d'anabaptistes, et décriés à cause de leur fanatisme, aujourd'hui les plus paisibles de tous les sectaires; les *baptistes*, parti nombreux en Amérique; les *frères-moraves* ou hernhutes, espèce d'association monastique, qui au reste suit les dogmes du luthéranisme et répand les bienfaits de ses instructions douces et austères parmi les nations sauvages; les *quakers* ou trembleurs, enthousiastes paisibles, nombreux dans l'Amérique anglaise, aux États-Unis, et en Angleterre; les *shakers*, les *tunkers*, et autres associations semblables aux quakers; les *swédenborgiens*, secte mystique de Suède et d'Angleterre; enfin les *méthodistes*, qui se distinguent par une rigueur outrée en morale, et qui sont nombreux en Angleterre, et surtout dans les États-Unis.

Le christianisme, outre tous les ennemis sortis de son propre sein, a vu s'élever à côté de lui un rival d'abord dangereux et encore incommode, dans le *mahométisme*, ou, d'après la façon de parler des mahométans eux-mêmes, l'*islam*, qui en arabe signifie *soumission à Dieu*. Cette religion n'est qu'un mélange de judaïsme et de christianisme, avec quelques ornemens poétiques. La religion mahométane domine dans la plus grande partie de l'Asie et de l'Afrique, ainsi que dans la Turquie d'Europe; elle est tolérée en Russie. On y distingue, comme parmi les chrétiens, plusieurs partis. Les *sonnites*, bien que partagés sur la discipline en quatre rites appelés *hanbalites*, *schaféites*, *malékites* et *hanéfites*, du nom de leurs fondateurs Hanbal, Schaféi, Malek et Abou-Hanifa, se regardent tous comme également orthodoxes, parce qu'ils ne diffèrent que sur des questions peu importantes. Ils s'accordent à considérer la succession des premiers califes, telle qu'elle a eu lieu, comme légitime, et à mettre les explications

théologiques données en diverses circonstances par les principaux compagnons de Mahomet, Abou-Bekr, Omar et Osman, au nombre des articles de foi. Leur nom vient du mot arabe *sonna* (*tradition*) par lequel ils désignent ce recueil de décisions religieuses. Ce parti est le plus nombreux; il occupe tout l'empire ottoman, l'Egypte, et le reste de l'Afrique, l'Arabie, les îles de l'océan Indien, et compte beaucoup de partisans parmi les tribus de race turque établies en Russie et en Perse. Mais la doctrine d'Abou-Hanifa est généralement suivie en Turquie, celle de Schaféi en Egypte, celle de Malek dans les États Barbaresques, et celle d'Hanbal en Arabie.

Sous le nom de *schyytes*, qui signifie en arabe *sectaires*, les sonnites désignent tous ceux qui se sont séparés d'eux; mais ceux-ci au contraire se sont appelés *adeliés*, c'est-à-dire *partisans de la justice*. Les schyytes partant du principe que Ali, cousin de Mahomet, était le seul héritier de l'autorité du prophète, et admettant que cette autorité passa aux descendans directs d'Ali, maudissent Abou-Bekr, Omar et Osman, et repoussent tous ceux qui ne se rangèrent pas sous l'étendard de leur prince favori. Conséquemment ils rejettent la *sonna*. Leurs ramifications présentent des différences importantes. Les deux fils d'Ali, Hassan et Hossein, et les descendans directs de celui-ci jusqu'au dernier de tous, appelé le *mahdi* ou le *dirigé*, qui, ayant disparu à l'âge de douze ans, passa pour s'être caché dans quelque lieu inconnu, en attendant qu'il pût reparaître sur la terre et y faire triompher la bonne cause, forment une suite de douze personnages qui furent nommés *imans*, c'est-à-dire les *chefs par excellence*. En attendant le retour du mahdi il n'y eut plus d'autorité légitime sur la terre, et les rois furent censés les simples lieutenans de l'iman. C'est par suite de cette croyance que les souverains de la Perse de la dynastie des Sofis qui prétendaient descendre en ligne collatérale des imans se disaient

les *esclaves du roi* de ce pays, et qu'ils entretenaient sans cesse à Ispahan des chevaux pour le service de l'iman, lorsqu'il arriverait. Cette doctrine domine encore chez les Persans. Elle fait même chaque jour des progrès dans l'Inde, où les empereurs mogols faisaient jadis triompher le rite sonnite et où, depuis l'occupation anglaise, les musulmans presque tous d'origine persane jouissent d'une entière liberté de conscience. Cependant un grand nombre de schyytes prétendirent qu'à Ali seul avait appartenu depuis Mahomet le gouvernement des affaires de ce monde, qu'il avait été revêtu d'un caractère divin, et ils l'adorèrent comme un dieu. Tels sont les *nossairis* et les *motoualis*, qui occupent une partie des hauteurs du Liban. D'autres schyytes, quoique partisans des imans, soutinrent qu'il y avait eu erreur au sujet du septième, et qu'au lieu de Moussa il eût fallu proclamer un de ses frères appelé Ismaël : de là leur fut donnée la dénomination d'*ismaéliens*. Mais cette secte se divisa bientôt en plusieurs branches. Quelques ismaéliens pensèrent qu'après Ismaël le caractère d'iman avait passé à des personnages inconnus qui se déclareraient en leur temps. Ainsi la qualité de mahdi fut successivement attribuée par eux aux califes fatimides de la race d'Ismaël, qui, pendant les Xe, XIe et XIIe siècles, dominèrent sur une partie de l'Afrique, sur l'Égypte et sur la Syrie. A cette secte appartinrent les ismaéliens établis en Perse aux environs de Casbin et ceux qui, occupant les montagnes voisines du Liban, devinrent si fameux dans le moyen-âge sous le nom d'*assassins*.

Ces deux branches subsistent encore dans les mêmes contrées, mais avec moins de puissance. C'est à cette dernière qu'il faut rapporter les *druzes*.

Outre les sonnites et les schyytes, il existe encore deux sectes célèbres par le rôle qu'elles jouent encore en Orient. Ce sont celles des *yejidis* et des *vahhabites*. Les premiers occupent les montagnes comprises entre l'Euphrate et le

Tigre : leur croyance est un mélange de mahométisme, de manichéisme et de christianisme. Les seconds prirent naissance en Arabie vers le milieu du XVIIIe siècle : leur doctrine est celle de l'islamisme réduite à sa plus grande simplicité (1).

Il est difficile de rien dire de positif sur le nombre de sectateurs que compte chaque religion actuellement existante sur le globe. Un zèle maladroit engage les divers partis à exagérer leur nombre, comme si Sénèque n'avait pas eu raison de dire qu'une grande majorité est souvent un indice d'une mauvaise cause (2). Les incrédules surtout ont mis une importance ridicule à exagérer le nombre des mahométans et des païens.

Nous croyons qu'on peut adopter les nombres suivans :

Le *Catholicisme*	en Europe.....	115 millions.	139 millions.
	hors de l'Europe..	24 ———	
L'*Église grecque*.....			62
Les *Églises protestantes*, etc.....			59
Total du *Christianisme*...			260
Le *Judaïsme*.....			4 à 5
Le *Mahométisme*.....			100 à 110
Le *Brahmanisme*.....			70
Le *Bouddhisme*, avec toutes ses branches.....			200
Le *Fétichisme* et diverses autres croyances.....			130 à 140

Les langues et les croyances religieuses sont les liens de la *société morale*, qui souvent survit à la chute de la *société civile* et *politique*. Mais c'est celle-ci qui détermine la circonscription des états et des empires que la géographie politique est chargée de décrire. Il faut prendre une idée générale des formes variées de cette société.

Les liens qui unissent le mari à l'épouse et les parens

(1) Nous devons la plupart des renseignemens que nous donnons ici sur l'islamisme à M. *Reinaud*, qui a traité des questions de ce genre dans ses *monumens arabes, persans et turcs du cabinet Blacas*. Paris, 1828, 2 vol. in-8°. J. H.

(2) *Argumentum pessimi, turba.*

aux enfans, formèrent la famille ou la société domestique. Les rapports du maître au domestique, prirent déjà naissance dans cet état de la société. Le faible, ne pouvant se procurer un patrimoine ni s'y maintenir, a dû de bonne heure se décider à réclamer la protection du plus fort. Plusieurs familles, se trouvant *voisines*, durent, après quelques disputes, s'accorder à rester en paix ensemble. Certaines règles s'établirent entre elles : ce n'étaient point encore des lois, mais c'étaient des coutumes. La réunion de ces familles ne formait point un état, mais seulement une *société civile.*

Ces petites sociétés durent bientôt s'apercevoir que leurs coutumes et observances avaient besoin d'être fixées, de prendre le caractère de *lois.* Des hommes d'un génie supérieur devenaient les législateurs ignorés de ces hameaux ou villages. Dès que les rapports des hommes entre eux furent fixés par des lois, la *société politique* exista.

Mais c'était une société sans gouvernement, et l'on tomba bientôt dans les maux de l'anarchie. Cette expérience apprit aux hommes qu'il fallait *une force physique* pour maintenir la force purement morale des lois; ils établirent un gouvernement sous une forme quelconque. La convention qui fixe les lois primitives de la société civile, s'appelle *pacte social.* Celle qui fixe l'existence de la forme d'un gouvernement et les rapports qui en découlent, s'appelle *constitution.* Par cette dernière convention, la société civile se constitue en *État*, ou, si l'on veut, en *république :* car ce dernier mot, tiré du latin (1), signifie originairement toute société civile ayant un gouvernement et des lois, sans égard à la forme.

Un gouvernement est l'unité de forces physiques, établie par la volonté de la société civile pour maintenir

(1) *Res publica,* la chose publique, l'établissement public par excellence.

les lois et la constitution. La force du gouvernement, régularisée par les lois constitutives, s'appelle le *suprême pouvoir*. Le *suprême pouvoir* peut être subdivisé en différentes branches; comme, par exemple, le pouvoir législatif, subdivisible en pouvoir proposant, délibérant et décrétant; le pouvoir exécutif, subdivisible en pouvoir administratif, judiciaire, militaire, et de suprême inspection. Ces divisions sont *en partie* arbitraires. La manière dont le suprême pouvoir est organisé, subdivisé, concentré, s'appelle *forme de gouvernement*. Le *suprême pouvoir* représente la souveraineté nationale, qui n'est autre chose que le suprême pouvoir non organisé, existant dans les mains d'une société civile sans gouvernement.

Les formes de gouvernement sont innombrables, mais nous indiquerons les plus connues, en allant depuis l'état de *la plus grande dissémination* physique *des pouvoirs*, jusqu'à celui de *leur plus grande concentration*. Ces deux extrêmes se rapprochent plus qu'on ne pense; ce sont deux anneaux d'un cercle, qui se touchent.

Dans l'enfance des sociétés, il fallut déployer devant la multitude une grande supériorité pour engager les hommes à renoncer à leur égalité primitive en obéissant à quelques individus. Ceux qui, chez les peuples agricoles, avaient su acquérir assez de connaissances pour prédire les mouvemens des astres et pour donner d'utiles préceptes aux cultivateurs, ont dû être regardés comme des êtres supérieurs et les interprètes des puissances célestes. Ils commencèrent sans doute par inventer l'art de représenter la parole ou de peindre la pensée : cette découverte importante ajouta aux titres qu'ils avaient au respect de la nation; formés en colléges et seuls dépositaires de tout le savoir, il leur fut facile d'obtenir l'obéissance. La *hiérocratie* a donc été le gouvernement des plus anciens peuples agricoles à demeure fixe; l'antique Égypte l'atteste suffisamment. L'habitude

de l'obéissance rendit ensuite facile l'établissement du pouvoir absolu des rois chez des peuples accoutumés à obéir à la caste sacerdotale.

La *démocratie* pure est un Etat où le suprême pouvoir est immédiatement exercé par la majorité de la nation. Cette forme de gouvernement diffère de l'état de la société civile primitive, dans laquelle tous règnent également. La démocratie commissoriale est un Etat où le suprême pouvoir est exercé par un conseil immédiatement élu du peuple, révocable, responsable. De semblables fonctionnaires ne sont donc point les *représentans* de la nation, mais seulement ses mandataires, ses commis. On appelle démocratie représentative, un Etat dans lequel le suprême pouvoir est exercé par des magistrats choisis par le peuple, qui le représentent, et qui, par conséquent, pris collectivement, sont souverains et non responsables. Cette forme se subdivise en démocratie représentative pure, lorsque le peuple choisit immédiatement ses représentans, et en démocratie représentative électorale, où il y a des corps électoraux élus par le peuple, et qui choisissent les représentans.

L'*aristocratie élective* se rapproche des démocraties représentatives. C'est un Etat où le peuple, immédiatement ou médiatement, choisit ses magistrats non pas indistinctement parmi les citoyens, mais parmi une certaine classe déterminée par la loi. L'aristocratie élective est pure ou libre, lorsque le peuple a créé la classe privilégiée ou le corps aristocratique, lorsque l'entrée de ce corps est ouverte à tous les citoyens, lorsque les membres de ce corps sont soumis à l'action du suprême pouvoir dans les mains du peuple. L'*aristocratie simple* est un Etat où le peuple a choisi à perpétuité, pour son représentant plénipotentiaire, un corps qui gouverne et se renouvelle sans le concours du peuple. On appelle *aristo-démo-*

cratie, toute forme de gouvernement, composée de celles que nous venons de nommer. Lorsque la partie aristocratique semble dominer, on a l'*aristocratie tempérée*, et, dans le cas contraire, c'est la *démocratie tempérée*. L'immortelle Rome était, depuis l'expulsion des Tarquins, une *aristocratie héréditaire oligarchique*, qui se changea peu à peu en *aristo-démocratie*, composée de tous les genres. Les *patriciens* étaient le corps aristocratique héréditaire; le *sénat* une aristocratie élective libre; les assemblées du *peuple* représentaient la démocratie.

La *monarchie démocratique* est une démocratie quelconque, où le suprême pouvoir est en partie exercé par un seul individu, et en partie par un corps démocratique. Comme le pouvoir suprême peut être divisé de plusieurs manières, il est impossible de fixer le nombre de tous les genres de *monarchie démocratique*. Elle peut être *héréditaire*, lorsque la nation a choisi une certaine famille; ou *élective*, lorsqu'à chaque vacance on choisit le monarque. Les élections peuvent dépendre du peuple, d'un corps électoral, d'un seul électeur. Ces variations sont communes à d'autres genres de monarchie. Le *pouvoir législatif* peut être partagé entre les mandataires du peuple et le monarque, ou il peut appartenir aux premiers seuls. Les pouvoirs *judiciaire* et *militaire* peuvent être dépendans du monarque ou du corps de la nation. Le corps démocratique même peut être choisi sans ou avec participation du monarque.

La *monarchie aristocratique* est un État où les branches du suprême pouvoir sont partagées entre un monarque et un corps aristocratique. Ce dernier corps peut être une aristocratie élective libre, lorsqu'une assemblée des représentans, choisis par le peuple, est placée à côté du monarque; une aristocratie élective héréditaire, choisie ou par le peuple, ou par le monarque, ou par tous les deux con-

jointement; enfin, une aristocratie pure et perpétuelle, qui est indépendante à la fois du peuple et du monarque. Telle était la noblesse, dans la plupart des États européens, avant l'époque actuelle.

La *monarchie aristo-démocratique* est un gouvernement composé d'un monarque, d'un corps aristocratique et d'un corps démocratique. On entend ordinairement par gouvernement mixte une semblable monarchie. Les différentes combinaisons de cette forme sont tellement multipliées, qu'il est impossible de les classer.

La *monarchie pure* ou *absolue* est un État dans lequel le suprême pouvoir est tout entier confié à un seul individu, ou, en d'autres termes, un État dans lequel la majorité de la nation est représentée par un seul individu. La monarchie absolue diffère du *despotisme* en ce que le monarque tient son pouvoir de la nation, par consentement ouvert ou tacite; le despote, au contraire, prétend le tenir de Dieu ou de son épée. Néanmoins, les conquérans et leurs descendans sont, par suite d'une longue possession, regardés comme des monarques légitimes; presque toutes les monarchies ont commencé par des conquêtes. La *dictature* était une espèce de monarchie absolue, élective et temporaire dans la république romaine.

Le mot *anarchie* dit simplement absence du gouvernement. En prenant le mot gouvernement dans son sens véritable et honorable, il est évident que l'anarchie peut exister de deux manières : 1° par la non existence d'un pouvoir suprême quelconque dans la société civile; 2° par la prédomination d'un pouvoir illégitime qui n'est pas un gouvernement.

L'anarchie peut se modifier de mille manières. Voici celles qu'il est utile de remarquer et de définir.

L'*ochlocratie* ou l'anarchie populaire existe lorsqu'une multitude, une tourbe quelconque s'empare d'un suprême

pouvoir illégitime. Donc, la *majorité* même, lorsqu'elle n'est pas légalement constituée souveraine, ne peut exercer qu'un pouvoir anarchique. L'*oligarchie* a lieu lorsqu'un petit nombre d'individus ou de familles, sans être choisis par le souverain constitutionnel, exercent le suprême pouvoir. Elle diffère donc de l'*aristocratie* pure. La *démagogie* existe lorsqu'un ou plusieurs individus, sans vocation légitime, mènent le peuple à leur gré en exerçant réellement le pouvoir qu'ils semblent laisser dans la main de la multitude. Le terme de *tyran* signifiait originairement chef ou monarque : Virgile l'emploie deux ou trois fois dans ce sens honorable; mais dans la suite il fut restreint à dénoter *celui qui, dans une république, usurperait le pouvoir monarchique absolu :* c'est là le sens ordinaire du mot chez les auteurs grecs et romains. Chez les modernes, on a réservé ce terme pour les abus violens et cruels de l'autorité dans tous les genres de gouvernement.

On a encore mal à propos confondu le mot *despotisme*, tantôt avec celui de *tyrannie*, tantôt avec celui de *monarchie absolue*. Le *despotisme* est un pouvoir absolu qui n'a point d'origine légale, et qui par conséquent ne reconnaît point de bornes. Le despote se prétend *maître* de son pays, de ses sujets, comme un particulier l'est de sa terre, de son bétail. Le despotisme n'est pas nécessairement *tyrannique* ou cruel et violent; il n'est pas absolument incompatible avec quelques *formes administratives* et quelques *institutions* qui appartiennent proprement aux États réguliers ou même aux républiques.

Nous ne devons pas classer parmi ces formes de gouvernement ou d'anarchie, créées par l'homme, l'Etat singulier qu'on nomme *théocratie :* « C'est, disent les théologiens, un gouvernement institué par Dieu lui-même, et » dans lequel les prêtres-magistrats règnent au nom de » Dieu. » Telle était la constitution du peuple juif. Chez eux,

la théocratie était unie à la démocratie, et ensuite à la monarchie. Les papes dans le moyen-âge cherchaient à établir une théocratie sur une plus grande échelle.

Nous devons encore faire remarquer les *systèmes fédératifs*, qui sont des réunions de plusieurs États indépendans sous une autorité supérieure choisie par eux, et qui ont des pouvoirs plus ou moins étendus pour maintenir parmi eux l'ordre, et pour les défendre contre des ennemis externes. On peut dire qu'une confédération dans laquelle tous les membres sont égaux, est une démocratie d'États : telle est celle d'Amérique. Cependant il y a eu des confédérations avec un chef : le ci-devant empire germanique était de cette nature. Les confédérations ont quelquefois des *sujets* en commun. Les Suisses avaient sur ce pied plusieurs districts.

La géographie politique considère dans les sociétés humaines, outre le lien général ou la forme du gouvernement, les liens particuliers qui attachent les individus à la société, et qui résultent de la position assignée à ces individus, ou de la division en *classes* et *ordres*.

Dans l'état le plus sauvage, l'homme isolé se procure immédiatement le peu qui lui est nécessaire, ou qui tente ses désirs. Dès que les familles commencent à se rapprocher, elles se réunissent pour des travaux communs ; mais lorsque le nombre des familles augmente, la société plus forte se partage les travaux. Les différens produits de chaque travail sont dès lors échangés réciproquement. Ces échanges n'étant pas sans incommodité, on réfléchit sur les moyens de les abréger et de les faciliter. On choisit pour mesure de comparaison entre les valeurs, ou quelque article généralement recherché, comme le blé, le bétail ou quelque matière réputée précieuse, telle que l'or et l'argent. Ce signe devient *monnaie ;* les productions deviennent *marchandises ;* au lieu de les troquer, on les *achète*. Maintenant, quelques es-

prits observateurs s'aperçoivent qu'on peut gagner sur l'achat et la vente; ils se font entremetteurs entre les acheteurs et les vendeurs; voilà le commerce qui prend son premier essor. Bientôt les fonctions d'administrer ou de défendre l'État, deviennent trop pénibles et trop compliquées pour pouvoir être remplies gratuitement : on salarie les *fonctionnaires;* au lieu de guerriers, on a des soldats. En même temps, chaque pouce de terrain a reçu son maître; toutes les propriétés ont été fixées; elles ont passé d'une main dans l'autre; le hasard a favorisé l'un, l'adresse a servi l'autre. Ceux qui ont été malheureux ou maladroits, se trouvent donc dans l'impossibilité de rien produire par eux-mêmes; ils louent leurs forces ou leur adresse à d'autres.

Voilà le cercle social parcouru tout entier; nous indiquerons maintenant les diverses classes qui en résultent.

La *classe productive* comprend tous ceux qui tirent de la terre ou d'un autre élément quelconque des productions utiles à la société : cultivateurs, pêcheurs, chasseurs, vignerons, mineurs et autres. Il y a des peuples composés en totalité d'une ou de plusieurs classes productives; tels sont les peuples pasteurs ou *nomades*, les peuples pêcheurs ou *ichtyophages*. Dans les États civilisés, il existe une classe productive toute particulière. Le savant qui agrandit l'empire des idées et l'homme de lettres qui ennoblit les sentimens et les mœurs, ne produisent-ils pas de véritables richesses nationales, des richesses d'un prix inestimable et d'une durée éternelle?

La *classe industrielle* renferme ceux qui, en perfectionnant ou en combinant des produits bruts, en composent des produits artificiels. Quand ces travaux demandent éminemment de l'esprit et du goût, ils méritent le nom de *beaux arts;* quand ils exigent principalement une habileté corporelle, ils s'appellent *arts mécaniques*. Une *manufacture* est un établissement où un art est exercé en grand. Le nom

de *fabrique* semble surtout désigner un de ces établissemens où l'on emploie de grands instrumens et des moyens violens.

La *classe commerciale* se compose des *commerçans* proprement dits, qui vendent et achètent, en gros et en détail, les produits de la nature et de l'art; des divers genres de *commissionnaires* qui facilitent l'exécution des achats et des ventes, des *banquiers* et *agens de change* qui bornent leurs opérations aux signes représentatifs des marchandises; enfin, des *navigateurs* et *voituriers*, en tant que ceux-ci, propriétaires de leurs moyens de transport, ne rentrent pas dans la classe des mercenaires.

Les *possesseurs de fonds de terre* forment une classe très-puissante; ils ne produisent rien et consomment beaucoup; mais lorsqu'ils appliquent une partie de leur superflu à l'amélioration des terres et à d'autres travaux utiles, ils deviennent des agens très-actifs de la production.

Les *capitalistes*, ou possesseurs de valeurs en numéraire, sont également des agens de la production, lorsqu'ils emploient leurs fonds directement ou lorsqu'ils les prêtent pour des entreprises utiles qui augmentent les produits nationaux. S'ils ne font que dépenser leur revenu improductivement, ce sont de simples consommateurs.

Ces trois classes sont les moins nombreuses, mais les plus riches et les plus influentes, surtout les deux dernières.

Nous réunissons dans une seule classe les *fonctionnaires* et *employés* publics avec la *force armée* de terre et de mer. Ne sont-ils pas les uns comme les autres investis d'une partie plus ou moins grande de la force sociale? Ne sont-ils pas les agens du suprême pouvoir?

La dernière classe comprend les *mercenaires* de toute espèce qui louent leur travail à d'autres particuliers ou généralement à la société; elle se compose des journaliers.

et des domestiques. Cette dernière classe est surtout nombreuse dans les États où règne un grand luxe.

La proportion numérique dans laquelle ces classes se trouvent dans un État, est une des questions les plus intéressantes de la *statistique*. C'est d'après cette proportion qu'on donne à telle ou telle nation le nom de *peuple agricole;* à telle autre, celui de *peuple commerçant.*

Les *classes* naissent de la nature même de la société, mais les *castes* et les *ordres* sont créés par des lois et des institutions. On entend par *caste* une classe héréditaire, qui est chargée exclusivement d'un genre d'occupation. Ce système de division existait dans l'Inde, la Perse, l'Arabie heureuse et l'Egypte; on l'explique d'une manière très-vraisemblable par la différence originaire des tribus primitives dont la réunion forma la nation; la caste des prêtres et celle des guerriers en Egypte, étaient probablement deux tribus policées qui vinrent subjuguer quelques hordes d'agriculteurs et de pasteurs; le vainqueur dédaigna de se mêler avec les vaincus, et plus tard, les législateurs consacrèrent une division que le hasard avait établie (1). Les *ordres politiques* dans les États d'Europe diffèrent essentiellement des castes, en ce qu'ils n'ont pas d'occupation qui leur soit exclusivement réservée, ou s'ils en ont, comme le *clergé*, ils ne sont pas héréditaires. Dans le moyen-âge, quand les armées consistaient en cavalerie, la *noblesse* se rapprochait beaucoup de la nature d'une caste; aujourd'hui, ce n'est qu'un ordre d'État.

La *bourgeoisie* ou le *tiers-état* (2) et les *paysans*, forment dans quelques États des ordres reconnus par la constitution; en Suède, l'ordre des paysans est très-influent; il en

(1) Comp. *Heeren*, Idées sur la politique et le commerce des anciens, I, 361 (en allemand.)

(2) *Tiers-État*, ou plutôt *tierce-état*, c'est-à-dire *tertius status*, le troisième ordre.

était de même dans le Tyrol autrefois ; mais il y a encore quelques pays où les cultivateurs, soumis au joug de la servitude personnelle, forment une véritable caste, condamnée à une abjection éternelle.

Dans les États despotiques, comme en Turquie et en Chine, il n'y a point d'ordres, l'esclavage rend tous les individus égaux. En Europe, c'est l'esprit de corps des ordres d'État, c'est l'équilibre résultant de leurs prérogatives, opposées entr'elles et au suprême pouvoir, qui garantissent la liberté politique. C'est donc en décrivant l'Europe que nous ferons connaître les institutions de chevalerie, les distinctions honorifiques et d'autres institutions qui ont pour but, soit de marquer les degrés dans la société, soit d'en rendre la distance moins sensible.

Il serait de peu d'intérêt de compter combien il y a de dénominations usuelles pour désigner les divers États existans sur le globe. L'emploi des termes d'*empire*, de *royaume*, de *sultanat*, de *khanat* et autres, s'apprendra successivement dans la partie descriptive de cet ouvrage. Il serait également inutile de nous livrer ici à des considérations sur les *titres* que prennent les chefs des Etats, depuis le modeste président des États-Unis, jusqu'au superbe empereur de la Chine, qui se dit fils du Ciel, et qui pourtant n'est que le faible imitateur des monarques persans qui s'intitulaient *Rois des rois*, *princes des étoiles*, *frères du soleil et de la lune* (1). Les vains sons n'influent point sur la prospérité ni sur la puissance des États (2). La géographie politique ne s'occupe aussi qu'en passant des *armes* et des *couleurs* par lesquelles les divers États marquent leurs drapeaux, leurs pavillons et leurs poteaux de frontière.

C'est un objet bien plus grave de connaître les *forces* matérielles des États. C'est le but particulier d'une vaste

(1) *Ammian. Marcell.*, XVII, 5, XXIII, 6.

(2) *Becmanni*, Syntagma dignitat. illust. Dissert., III, cap. 3.

science, nommée *arithmétique politique* (1); mais les résultats de cette science doivent figurer dans les descriptions de la géographie politique.

Le premier élément est la valeur du territoire et de ses productions. Ici, les divers objets des trois règnes de la nature sont classés d'après leur utilité dans la vie, et leur valeur comme marchandise. Les gouvernemens eux-mêmes ne connaissent que par approximation la valeur de ce que produisent l'agriculture, la pêche, la chasse et les mines, et quelle est la proportion exacte de ce que leur nation vend à d'autres et de ce qu'elle achète. Souvent les gouvernemens ne publient pas même les renseignemens imparfaits qu'ils possèdent à cet égard. La géographie politique ne peut donc pas absolument garantir les tableaux de productions, d'exportations et d'importations, qu'elle est obligée de recueillir avec tant de peine. Pour rendre pourtant ces indications aussi utiles que possible, il faut qu'elle fasse connaître les valeurs dans lesquelles les tableaux de ce genre sont calculés; les *monnaies*, les *poids* et les *mesures* de chaque pays. Cet objet, qui varie d'État à État, ne doit nous occuper que dans les descriptions spéciales.

Au second rang, parmi les élémens de la force publique, on doit placer l'*industrie* commerciale et manufacturière; c'est elle qui accumula sur le rocher de Tyr, sur les arides coteaux de l'Attique, sur les plages sablonneuses d'Alexandrie, les trésors du monde ancien; c'est elle qui, dans les temps modernes, fit la grandeur de Venise et de la Hollande, et entretient encore celle de l'Angleterre. Ici la géographie politique doit remarquer la situation des côtes maritimes d'une contrée, le nombre et la nature de ses ports, l'état des grandes routes, celui des canaux de navi-

(1) Voyez les ouvrages d'*Arthur Young*, le Several Essays on political arithmetic de *Petty*, etc. Les Traités généraux de *statistique*, par *Achenwall*, *Toze* et *Mensel* (en allemand).

gation, objets qui tous influent très-directement sur la prospérité industrielle, à laquelle un pays peut atteindre. Il faut encore faire attention aux diverses institutions commerciales, telles que les grandes *banques* nationales qui servent à l'échange rapide des signes représentatifs des marchandises, et les *compagnies* et *sociétés de commerce*, parmi lesquelles il y en a qui possèdent en souveraineté de vastes provinces hors de l'Europe.

La *population* d'un État est le troisième élément de sa force. Nous avons vu, dans un Livre précédent, que les rapports entre les décès, les naissances et le nombre des vivans, font deviner à peu de chose près la population d'une contrée; mais les *recensemens* seuls la font connaître avec certitude. Lorsqu'on a des recensemens authentiques, il convient même de ne pas s'y fier aveuglément. Souvent on compte deux fois les mêmes individus, ce qui arrive toutes les fois qu'on fait le dénombrement des campagnes *en été*, et celui des villes *en hiver;* cette erreur est très-commune.

Le nombre des habitans est la base de tout bon système de finances: plus il y a d'individus, pourvu qu'ils aient de quoi se nourrir, plus le commerce et les manufactures peuvent prendre d'essor, et par conséquent plus les revenus s'augmentent. C'est également sur le nombre d'habitans que se mesure celui des troupes. On compte que les hommes capables de porter les armes, font environ la quatrième partie de tous les habitans. Mais le plus grand effort qu'un État, même le plus militaire, puisse faire dans un cas de nécessité extraordinaire, c'est d'armer la huitième partie de la population; même on n'en connaît aucun exemple dans l'histoire moderne.

Observons encore que plus une masse est concentrée, pourvu qu'elle ait l'espace nécessaire pour se mouvoir, plus elle acquiert d'énergie: donc un petit pays, bien peu-

plé, est, proportion gardée, plus puissant qu'un vaste État dépourvu d'habitans. On regarde un pays comme étant bien peuplé, lorsqu'il compte au moins 600 habitans par lieue géographique carrée. Il en est cependant plusieurs qui ont deux, quatre, et même six à sept fois cette population; tels que la France, la petite république de Saint-Marin, et celles de Francfort, Brême, Hambourg et Lubeck. Dans le département du Nord, en France, on compte plus de 3000 habitans par lieue carrée, et dans l'île de Malte environ 5000; mais ces phénomènes ne sont que des exceptions locales très-rares. Au contraire, il est assez ordinaire de trouver dans la Russie d'Europe, et même dans les États de l'empereur d'Autriche et du roi d'Espagne, de vastes espaces qui n'ont pas 100, pas même 50 habitans par lieue carrée.

Les *revenus de l'État* varient selon le capital qu'il possède en territoire, en productions et en hommes. Ce sont, à proprement parler, des intérêts que l'État prélève sur les revenus de tous les particuliers. Les essais que l'arithmétique politique a faits pour évaluer les revenus de toute une nation, n'ont jusqu'ici produit que des résultats très-incertains. La géographie politique se borne à indiquer la somme des revenus de chaque État, et les principales sources d'où ils découlent; ces indications sont fournies dans plusieurs pays par le *budget* annuel; c'est ainsi qu'on appelle le tableau des finances, soumis à l'approbation du corps aristocratique ou démocratique, participant à l'exercice du suprême pouvoir. Toutefois, comme ce tableau est quelquefois destiné à contre-balancer les idées défavorables que pourrait faire naître l'accumulation des *dettes publiques de l'État*, il arrive que la politique y étale des recherches imaginaires.

Dans les monarchies absolues, ces faux calculs sont superflus, mais les vrais restent souvent ensevelis dans les

bureaux ministériels, jusqu'à ce qu'un heureux hasard ou la volonté d'un souverain éclairé, les livre à une utile publicité. Comme ce n'est qu'en Europe qu'il existe un véritable *système de finances*, c'est dans la description de cette partie du monde que nous indiquerons les diverses espèces d'*impôts* et de *contributions*, et toutes ces circonlocutions ingénieuses sous lesquelles les gouvernemens civilisés déguisent la phrase: donnez-nous de l'argent; tandis que les chefs de nations barbares enlèvent *in naturâ*, et le plus souvent d'une manière arbitraire et désordonnée, les objets dont ils ont besoin.

La *force armée* de mer et de terre est malheureusement, mais nécessairement, le principal objet des soins d'un gouvernement quelconque.

Les tribus sauvages, et même quelques peuples à demi policés, ont la coutume de marcher à la guerre, tant qu'il y a des hommes capables de porter les armes. Rien ne les empêche de faire ainsi, car la pêche et la chasse sont des métiers qu'une nation sauvage transporte avec elle. Pour l'agriculture et le soin des bestiaux, les femmes peuvent y suffire, mais dès que les travaux sont multipliés et divisés, c'est-à-dire, dès qu'il y a des classes productives, industrielles, commerçantes à part, il est impossible de faire armer ni combattre une nation *en masse*, sans ruiner entièrement des métiers et des travaux nécessaires à sa subsistance. Il a donc fallu créer une classe uniquement destinée au métier de la guerre; telle était, dans le moyen-âge, la destination de la noblesse et de la chevalerie; mais l'invention de la poudre et de l'artillerie, l'introduction d'un nouveau système de fortification, le perfectionnement de la tactique, changèrent l'art presque mécanique de la guerre en une vaste et profonde science, qu'il faut étudier pendant de longues années. Cette considération, fortifiée par des motifs d'ambition et de politique, donna lieu à

rendre l'établissement temporaire des armées stable et *permanent*. Les puissances européennes ont, depuis plus d'un siècle et demi, des troupes toujours sur pied, prêtes à marcher au premier signal. Leur entretien absorbe aujourd'hui le tiers, et souvent la moitié de tous les revenus publics.

Les *forces de terre*, ou l'*armée*, se composent de quatre parties ou armes différentes, principales, avec leurs subdivisions; savoir, l'*infanterie* ou les combattans à pied, la *cavalerie* ou les combattans à cheval, l'*artillerie* qui dirige l'emploi de ces machines meurtrières, d'où dépend le sort des batailles, et le *génie* qui calcule la défense ou l'attaque des places fortifiées. Il ne suffit pas d'indiquer dans la description d'un royaume, le nombre et l'emplacement des forteresses, les passes ou défilés les plus importans, ainsi que le nombre de troupes qu'il a sur pied; il faut encore dire si ce sont des *troupes régulières* ou des bandes sans discipline et sans science, dont le nombre n'est redoutable que sur le papier; il faut indiquer les avantages et désavantages physiques de la frontière d'un État.

De même il ne suffit pas de connaître le nombre de *bâtimens de guerre* dont se compose la marine ou la flotte d'une nation; il faut encore savoir si elle possède un nombre suffisant d'officiers habiles et de matelots expérimentés; il faut observer si elle domine sur de vastes côtes, garnies de bons ports, ou si elle ne touche à la mer que par quelques points isolés. D'après les circonstances, un État a besoin d'une flotte de *vaisseaux de ligne* et de *frégates* pour se battre en pleine mer, ou seulement d'une *flottille de chaloupes canonnières* pour défendre ses côtes, ses détroits et ses ports.

Enfin, les États ont encore, outre leurs forces propres et spécifiques, une force de situation qui dépend de leurs *relations extérieures*, et surtout des alliances, soit diplo-

matiques, soit naturelles, qui les rendent mutuellement amis ou ennemis. La balance qui résultait des alliances des diverses puissances de l'Europe, était appelée l'*équilibre politique;* les événemens l'ont fait disparaître, du moins en partie et pour un temps, mais il est encore utile d'en examiner les principales bases, ce que nous ferons dans la description de l'Europe.

L'*état moral* d'une nation est le résultat de tous ces rapports politiques et sociaux que nous venons d'indiquer. Cet état se manifeste par divers traits dont la géographie politique a soin de recueillir les plus marquans.

La manière de s'habiller est plus qu'un simple objet de curiosité; l'ample habit des Orientaux et le vêtement serré de l'Européen, influent sur la constitution physique et morale des nations; la nudité de certaines nations leur procure des avantages corporels, une légèreté, une force, une santé robuste inconnues aux nations vêtues, mais avec ce besoin de moins, on a moins d'industrie et un esprit moins éveillé. L'usage de se peindre, soit en gravant des figures dans la peau, soit en la couvrant simplement d'un enduit colorant, marque l'enfance de la civilisation et le premier essor de la vanité, mère du luxe. Souvent aussi, les rangs et les dignités sont indiqués par le vêtement ou la parure; une *pagne* particulière est l'emblème de la royauté dans quelques îles de l'Océanie. Les prêtres siamois se réservent le droit de se faire raser les sourcils; un collier de dents humaines est la décoration des plus nobles d'entre les nègres.

Les habitations ordinaires d'un peuple, indiquent presque infailliblement le degré de civilisation auquel il est parvenu. On pourrait partager le genre humain en quatre classes, d'après les quatre genres d'habitations que voici : 1° Cavernes dans les rochers et sous terre : ceux qui en font leur demeure ordinaire sont appelés *peuples troglodytes;*

2° Cabanes de terre, de branches d'arbres, de pierres ou de quelqu'autre matière brute ou grossièrement travaillée; 3° Tentes : ces mobiles demeures paraissent préférables à nos palais, aux yeux des peuples nomades ou pasteurs; 4° Maisons, qu'on pourrait définir cabanes perfectionnées; car même la plus superbe colonnade n'est qu'une imitation ennoblie des poutres grossières qui soutenaient le toit de chaume. On trouve en Europe des maisons construites de poutres non équarries, de poutres équarries et garnies de boiseries, d'argile battue et de bois équarri, de briques et de bois; de briques seules, de pierres brutes, de pierres de taille et de marbre.

Le nom de *ville*, à parler rigoureusement, n'est pas donné à un assemblage de maisons en raison de l'étendue ou de la population, mais en vertu des priviléges dont l'endroit jouit. Le droit d'exercer le commerce, les arts et les métiers, voilà ce qui distingue dans la plupart des pays les villes des *villages*. Les villages sont quelquefois plus grands que plusieurs villes, par exemple en Silésie; mais ils n'ont ordinairement aucun privilége qui les distingue du reste des campagnes. Les *bourgs* sont des endroits qui jouissent d'une partie des droits accordés aux villes. Au reste, ces mots prennent différens sens, selon les lois et les usages des différens pays.

Les *ustensiles* et *instrumens* ne sont pas des objets moins dignes de l'attention d'un observateur philosophe. Les arcs, les javelots, les filets des sauvages méritent souvent d'être remarqués comme ouvrages d'une patience et d'une adresse admirables (1).

(1) Ces objets ne sont pas seulement dignes d'exciter la curiosité, ils peuvent être considérés sous un point de vue scientifique. Ainsi ils sont propres à faire connaître d'une manière positive le degré de civilisation des peuples qui sont encore dans l'enfance sous ce rapport. Ils donnent une idée précise de leurs arts, de leur industrie, de leurs mœurs, de leur religion. Ils indiquent à celui qui sait jeter un regard philosophique sur

La *nourriture* des diverses nations paraît un objet de peu d'importance à l'Européen, accoutumé à voir toutes les substances alimentaires servir indistinctement sa gourmandise. Mais il y a des nations qui vivent presqu'exclusivement d'une seule espèce d'aliment. Les peuples *frugivores*, *carnivores* et *ichtyophages* sont disséminés sur toute la surface du globe; le goût pour la chair du cheval paraît particulier aux Mongols, aux Tatars, aux Finnois et autres descendans des Scythes, même aux peuples slavons et gothiques; c'est en Afrique que les anciens et les modernes placent les peuples *acridophages* ou mangeurs de sauterelles. La misère réduit même quelques tribus à dévorer de la terre glaise.

La géographie spéciale remarque avec soin ces différences, souvent très-importantes par leur effet moral. Mais quant à l'*anthropophagie* ou l'horrible coutume de manger de la chair humaine, il paraît démontré qu'elle n'appartient en particulier à aucune nation, à aucun climat; toutes les tribus sauvages s'y sont livrées, soit par l'effet d'une haine féroce contre des ennemis, soit par les inspirations d'une superstition atroce, soit enfin dans le cas de disette ex-

ces produits les progrès par lesquels l'homme s'est élevé jusqu'au sommet de la civilisation, en décomposant les produits de la nature pour en faire de nouvelles combinaisons appropriées à ses besoins ou à ses caprices, en imaginant des arts nouveaux, des instrumens ingénieux, des moyens plus terribles et plus destructeurs dans la guerre qu'il fait à ses semblables. C'est donc un véritable service que les gouvernemens éclairés ont déjà rendu à l'ethnographie, et conséquemment à la géographie, que d'avoir fondé des collections d'instrumens et d'ustensiles des différens peuples. Le gouvernement français, déterminé enfin par les observations de plusieurs savans, et particulièrement par celles de M. Jomard, conservateur des cartes de la collection géographique de la bibliothèque royale de Paris, s'est déterminé, dit-on, à réunir, dans un des corps de bâtimens que l'on construit pour l'agrandissement de ce bel établissement, une collection du même genre, et qui pourra rivaliser un jour avec celles qui existent à Londres, à Berlin, à Weimar, à Gœttingue, à Pétersbourg, etc. J. H.

trême. Non seulement les relations modernes l'attestent à l'égard de tous les peuples d'Afrique, d'Amérique et d'Océanie; mais on entrevoit par plusieurs passages des anciens, que cet usage était répandu en Europe. Les poètes l'attribuent aux Cyclopes et aux Lestrigons qu'ils placent en Italie (1); les historiens en accusent les Scythes (2), les Cimbres (3), une tribu des Calédoniens (4), et d'autres peuples du nord. Les héros et les dieux d'Homère se servent des expressions empruntées de l'anthropophagie; Jupiter reproche à Junon qu'elle a envie de manger, cru ou apprêté, le roi Priam et ses enfans. Les sacrifices humains étaient connus des Grecs, des Romains, aussi bien que des Celtes, des Scandinaves et des nations orientales; or, ces horribles sacrifices paraissent souvent avoir été terminés par un festin plus horrible encore. L'usage dégoûtant d'ensevelir dans leurs propres entrailles, les cadavres de leurs parens, est attribué aux *Issedones* (5), aux Massagètes (6), à plusieurs tribus de l'Inde (7), aux peuples du Tibet et des îles Mariannes (8) et aux anciens Irlandais (9). Il paraît cependant que tous les peuples qui vivent de végétaux et de poissons sont étrangers à l'anthropophagie.

Le désir de se procurer une exaltation momentanée, a fait inventer, chez toutes les nations, des boissons fermentées et enivrantes, dont la nature différente, depuis nos vins les plus généreux jusqu'au dégoûtant *ava* des O-taïtiens, mérite d'être indiquée dans les descriptions géographiques.

Dans l'immense variété d'*usages* qui donnent à la vie sociale de chaque nation sa physionomie particulière, la géographie physique choisit les traits les plus marquans,

(1) *Hom.*, Odyss. IX, 290, X, 129. — (2) *Herod.*, IV, 18-20. *Plin.*, VII, 2. — (3) *Diodor.*, V, cap. 32. — (4) Hieronym., ap. *Buchan.*, rer. Scotic. II, p. 55, édit. Wechel.

(5) *Herod.*, IV, 26. — (6) *Strab.*, XI, 353, edit. Casaub. Atreb. *Herod.*, I, cap. 216. — (7) *Herod.*, III, cap. 99-100. — (8) *Rubruquis*, *Marc-Paul*, *Mendanna*, etc. — (9) *Strab.*, IV, 139.

ceux qui intéressent la morale et ceux qui servent à éclaircir l'histoire de l'espèce. Ainsi, la *circoncision* introduite chez des nations africaines non mahométanes, les *momies* des Guanches semblables à celles de l'Egypte, la coutume de laisser les corps morts sécher à l'air, commune aux O-taïtiens et aux anciens Mèdes; la coutume des femmes indiennes, wendes et scandinaves, de s'immoler sur le tombeau de leurs époux, et en général tout ce qui regarde les mariages, les naissances et les funérailles, offre des analogies intéressantes.

Les *lois civiles* présentent quelquefois des singularités qui méritent d'être consignées dans le tableau d'une nation. Il suffit de rappeler ces réglemens qui marquent scrupuleusement un cérémonial humiliant, ces supplices qui font frémir l'humanité, ces tarifs de meurtres et de mutilations, ces épreuves superstitieuses encore en vigueur chez diverses nations, et mille autres traces d'une ancienne barbarie ou monumens d'une tyrannie récente.

L'état des lumières sociales termine cette longue série des rapports sous lesquels on peut envisager les nations. Possèdent-elles de riches dépôts où s'accumulent les découvertes du génie et les observations du savoir? Chérissent-elles, dans de beaux poèmes, l'expression des plus nobles sentimens de l'humanité et du patriotisme? Les savans et les gens de lettres occupent-ils le rang honorable qui leur est dû? Voilà des questions dont la solution est essentielle pour connaître le degré de civilisation et de force morale d'un peuple. Religion, lois, coutumes, mœurs, gouvernement, organisation sociale, sont compris dans le mot *civilisation*, mais sont susceptibles aussi de variations; et, suivant la combinaison qu'elles produisent, ces institutions et ces différens degrés de lumières doivent modifier le caractère qu'on assigne à chaque peuple. Il faut donc se garder d'attacher un sens trop rigoureux aux dénominations

de *peuples sauvages*, *peuples barbares* ou *demi-civilisés* et *peuples civilisés*.

Les *sauvages* sont ceux qui ne connaissent point l'art d'écrire ou de fixer leurs pensées par des signes équivalens à l'écriture. Leurs idées mobiles ne s'attachent qu'aux choses qui frappent leurs sens; ils aiment à se parer d'une manière qui nous semble ridicule; ils s'adonnent aux exercices du corps, et nous y surpassent infiniment. Leur industrie se borne ordinairement à un peu de jardinage, à la pêche et à la chasse. Cependant, quelques uns font des ouvrages très-jolis, et ont même des habitations commodes et élégantes.

La classe des *barbares*, ou *demi-civilisés*, comprend tout peuple qui, par l'écriture, par des lois écrites, par une religion extérieure et cérémonielle, par un système militaire plus stable, s'est éloigné de l'état sauvage. Mais les connaissances qu'un tel peuple possède, ne sont encore qu'un amas irrégulier d'observations incohérentes; ses arts sont exercés par routine; sa politique se borne à la défense momentanée de ses frontières, ou à des invasions sans plan. En général, il ne fait que des progrès lents et incertains, parce que, même en marchant vers la civilisation, il n'a encore aucune idée de ce sublime but de l'existence du genre humain.

Un peuple *civilisé* est celui qui a rangé ses connaissances en forme de *sciences;* qui ennoblit ses arts mécaniques jusqu'à en faire des *beaux-arts;* qui, pour l'expression de ses sentimens, a créé des *belles-lettres;* un peuple qui a un système fixe de législation, de politique et de guerre, calculé non seulement pour le moment, mais pour les siècles à venir; un peuple chez qui la religion, dégagée des superstitions, n'a que la morale pour but; un peuple, enfin, qui se soumet au droit de la nature et des gens, en se regardant, en temps de paix, comme l'ami de toute autre na-

tion, et respectant même, en temps de guerre, les propriétés des citoyens non armés.

Le *caractère* général d'une nation est le résultat de toutes les circonstances physiques dans lesquelles elle se trouve, et des institutions politiques qui modifient ces circonstances. Il est donc absurde de faire dépendre ce caractère du climat seul. Nul doute que le degré de température, la nature du sol et d'autres conditions physiques, ne modifient dans l'homme les habitudes, puisque celles-ci sont le résultat des efforts plus ou moins grands qu'il est obligé de faire pour satisfaire des besoins plus ou moins impérieux; nul doute que le froid extrême, comme la chaleur extrême, ne gênent l'essor d'un peuple en affaiblissant sa constitution; nul doute que des localités malsaines ne nuisent à l'énergie vitale de l'homme : mais les institutions et les mœurs luttent avec avantage contre le climat; l'Egypte, sous le tropique, et la Scandinavie, sous le cercle polaire, ont également vu naître des héros, des génies et des sages.

Les auteurs qui, à l'exemple de Montesquieu, ont supposé au climat une très-grande influence, n'ont point tenu compte de celle qu'exercent nécessairement les caractères propres à chaque espèce ou race d'hommes; ils n'ont pas fait attention à un fait important : c'est qu'un grand nombre de peuples n'ont pas toujours occupé le sol qu'ils habitent aujourd'hui. On voit partout les traces des transmigrations des races humaines; et plusieurs nations, dont Montesquieu attribue la mollesse au climat, sont originaires de contrées fort éloignées de leur demeure actuelle.

La nature du pays a plus d'influence que la température. Ces centres montagneux de la Grèce étaient jadis les demeures chéries du courage et de l'indépendance; ils sont encore aujourd'hui les endroits les moins accessibles au despotisme. En Thrace, les *Sarres*, habitans des montagnes,

conservèrent plus long-temps leur liberté (1); dans ces mêmes montagnes, ainsi qu'en Macédoine, on trouve aujourd'hui des hordes de Turcomans, dont la vie n'a d'autres règles que leur caprice et leur volonté (2). Les Illyriens résistèrent aux rois macédoniens et aux légions romaines (3). Les *Arnaïtes* ou Albanais, errans sur ces mêmes montagnes, n'obéissent aux Turcs que lorsque ceux-ci les paient. Les *Grecs*, tout opprimés qu'ils étaient, offraient encore, dans quelques cantons montagneux, le caractère mâle et l'esprit républicain de leurs ancêtres. Sans parler des *Maïnotes*, tant de fois cités, regardons le bourg d'*Ambelakia*, placé sur le penchant du mont Ossa, au-dessus de Tempé : ses habitans, aussi braves qu'industrieux, ont deux fois repoussé les troupes ottomanes, et aucun Turc n'osait se montrer dans leurs heureuses vallées (4). La petite ville de *Parga*, située entre les rochers et la mer, a souvent offert le spectacle de femmes s'armant et combattant pour la liberté (5). Les *Sphachiotes*, qui habitent les monts Blancs dans l'île de Crète, n'ont été à la fin subjugués que par leurs discordes plutôt que par les armes des Turcs; ils conservent encore plusieurs institutions des anciens Crétois (6). Le courage héroïque avec lequel les Grecs ont soutenu leur dernière lutte contre les forces imposantes de l'empire Ottoman atteste que sous le rapport du courage ils n'ont point dégénéré de leurs aïeux; enfin, pour rappeler un exemple plus récent encore et non moins digne d'admiration, ces infortunés Polonais, si supérieurs en civilisation à leurs voisins du nord, n'ont-ils pas en un peu plus d'un demi-siècle fait plusieurs fois d'héroïques efforts pour reconquérir leur nationalité; et, malgré l'abandon dans lequel

(1) *Herodot.*, l. VII, cap. 111. — (2) *Félix Beaujour*, t. I, p. 325.
(3) *Liv.* I, 43, cap. 19. *Justin*, etc.
(4) *F. Beaujour*, t. I, p. 272. — (5) *Scrofani*, Voyage en Grèce, t. III, p. 21. — (6) *Savary*, Lettres sur la Grèce, lett. XXXVI.

la politique européenne les a laissés, n'a-t-il pas fallu toutes les forces réunies du Grand Empire pour les enchaîner de nouveau? L'audace, la constance, la présence d'esprit, qui élèvent en général les peuples de l'Europe au-dessus du reste des humains, sont peut-être dues à notre sol plus entrecoupé, plus âpre et plus stérile. Ces qualités appartiennent éminemment aux habitans des Alpes, des Dofrines et des Cévennes.

Les nations qui habitent dans les montagnes, surtout lorsque, jalouses de leur liberté, elles vivent séparées en de petits États, parlent ordinairement un grand nombre de dialectes qui, avec le temps, et en se répandant, deviennent autant de langages. Dans le Caucase, on parlait vingt-six idiomes différens (1). Rappelons-nous les nombreux dialectes de la Grèce et de la Scandinavie.

Les peuples qui habitent de vastes plaines, dépourvues de grandes rivières et de forêts, se livrent naturellement à l'entretien des troupeaux et à une vie errante. Le gouvernement *patriarcal*, souche du despotisme, naît au milieu des tribus *nomades*. L'isolement ralentit les progrès de la population; la facilité avec laquelle on se procure les alimens, retarde la naissance des arts et de l'industrie. Telle est la cause de la barbarie où restent les nations de l'Asie centrale. Mais si ces peuples rencontrent des fleuves considérables, bordés de prairies favorables à leurs troupeaux, ils en suivent le cours (2); et, descendus dans des vallées fertiles, ils deviennent parfois *pêcheurs* et *agriculteurs;* ils fixent leur domicile, et voient peu à peu naître dans leur sein tous les arts et toutes les sciences. Ainsi, les Mongols, descendus de leur plateau, ont pu devenir les fondateurs des nombreuses villes de la Chine.

Chez les peuples pasteurs et nomades, les idées de pro-

(1) *Strab.*, XI. *Reineggs*, Voyage, etc.

(2) Comp. *Deguignes*, Histoire des Huns, II, p. 5.

priété commencent à prendre de la consistance; les familles possèdent des troupeaux, des tentes et les ustensiles du ménage; les usages pour les partages, deviennent des lois, les droits de succession s'établissent; on stipule des dots, on fait des contrats. Chez ces peuples il y a des chefs, des hommes libres et des serviteurs, mais point de gouvernement permanent ni d'autorité unique et stable. Chez les peuples agricoles, le sol commence à avoir des maîtres, et le droit de propriété devient la loi fondamentale et amène l'inégalité des conditions et la perte de la liberté primitive.

Les forêts durent être les premières habitations des peuples européens, lorsqu'ils se nourrissaient de glands; encore aujourd'hui les forêts de palmiers sont en Afrique l'asile des nations. La chasse des animaux fut une occupation naturelle de ces peuples; mais aux premières lueurs de la civilisation, les *nations de chasseurs*, ayant le corps et l'esprit formés par des exercices violens, des dangers et des travaux perpétuels, durent prendre un essor bien plus rapide que les peuples pasteurs, et bâtir plus tôt des maisons et des villes; les forêts leur en fournirent les matériaux, et jusqu'au modèle de leur architecture. Les troncs d'arbres soutenant une salle de verdure, ont donné la première idée des colonnades grecques et indiennes, tandis que l'architecture chinoise ne se compose que de tentes imitées en bois et en pierre, et que, dans l'architecture gothique, on reconnaît l'image des sombres cavernes et des rocs sourcilleux (1).

(1) *Hodges*, Travels in India, part. I.

Ainsi que le fait remarquer le docteur *Constancio*, ce qui contribua puissamment à la rapide civilisation des peuples du nord de l'Europe ce fut le respect qu'ils eurent pour les femmes. Elles sont tenues chez presque toutes les nations sauvages ou barbares dans la plus abjecte dépendance. L'influence des femmes sur le perfectionnement des liens sociaux est ce qui distingue le plus les nations policées de celles qui ne sont qu'à demi civilisées. J. H.

Les montagnes, les fleuves et les forêts, ayant dirigé les premières tribus dans leurs émigrations, et ayant influé sur leur caractère physique et moral, ont encore donné naissance aux premières divisions et dénominations géographiques (1). C'est ce que nous aurons souvent lieu de vérifier dans les descriptions particulières.

Mais ce qui a surtout accéléré l'extension de l'espèce humaine et les progrès de la civilisation, c'est l'invention de la *navigation*.

Quelles vives, quelles singulières impressions durent éprouver les premiers hommes, lorsque, descendus de leurs montagnes paternelles, après avoir erré dans les forêts épaisses qui couvraient la terre encore vierge, ils se virent tout à coup arrêtés dans leur course vagabonde par une immense plaine d'eau, qui, dans un lointain obscur, semblait se confondre avec le ciel, et mêler ses ondulations aux mouvemens des nuages! Les jeunes chasseurs, accoutumés à braver l'ours et le tigre, ne s'approchèrent qu'avec effroi de ces montagnes humides qui venaient en mugissant se briser contre le rivage. Les vieillards rappelèrent à leurs enfans attentifs et attristés, l'antique tradition d'un monde magnifique et impie que la vengeance divine avait englouti dans les flots; ils racontèrent comment un homme juste sauva sur une barque le germe des nations futures, et comment il vit sortir du sein des eaux une terre nouvelle. Tous regardèrent avec un respect mêlé d'effroi, ce mystérieux Océan, le berceau et la tombe de la vie. La nécessité força l'homme à s'aventurer sur de frêles canots et à voyager d'abord sur les lacs, les fleuves et ensuite sur le vaste Océan. Le besoin de subsistance, la crainte d'un ennemi puissant, furent sans doute les premiers motifs qui excitèrent chez l'homme la pensée hardie de naviguer.

(1) *Rudbeck*, Atlant. I, 55-57. *Eccard.*, Orig. German., page 86. *Torfæi*, Hist. Norveg., I, 130-150.

Lorsque le génie et le courage eurent lancé le premier esquif sur la mer, tout l'état physique et moral changea chez la tribu que sa position mit à même de profiter de cette grande découverte. Un petit territoire, riche par ses pêcheries, se couvrit d'une nombreuse population. Des îles heureuses devinrent des asiles inaccessibles aux sauvages conquérans. Ces petits coins de terre, isolés par la nature même, firent naître les premières idées de *patrie* et d'*indépendance nationale.* Même l'intempérie de l'air maritime influa sur les progrès de la civilisation. Dans l'intérieur des terres, une tente ou une cabane de verdure, mettait à l'abri de la pluie et des vents. Près de la mer, l'humidité de l'atmosphère nécessita des habitations mieux fermées. Les grandes villes naquirent sur le rivage d'un fleuve ou sur les bords de la mer.

Le caractère des peuples insulaires s'est toujours distingué par l'originalité. Attachés à leur sol natal, mais injustes envers l'étranger; fidèles aux souvenirs nationaux, mais enchaînés par des superstitions et des préjugés, ces peuples offrent ordinairement des vertus plus énergiques, et des vices plus hideux que les paisibles habitans des plaines continentales.

Livrés au commerce et familiarisés avec les usages des divers pays, dit un auteur estimable (1), ils firent de tous temps des progrès plus rapides dans les arts, les sciences et la manière de se gouverner, que tous les autres peuples. L'industrie, en augmentant leurs richesses, développa en eux le désir de s'assurer la propriété par des lois justes et fondées sur l'intérêt commun. C'est pourquoi les peuples navigateurs et commerçans qui habitèrent des îles à l'abri des attaques des nations féroces, se sont généralement montrés les ennemis du pouvoir absolu et les partisans du système électif et des formes de gouvernement,

(1) Le docteur *Constancio.*

dans lesquelles les lois sont faites pour le bien de toute la communauté, et non au profit exclusif d'un individu, d'une famille, ou d'une caste. Parmi les nombreux exemples de la sagesse des institutions des insulaires, il suffit de citer la Crète et Tyr dans l'antiquité, et l'Angleterre dans les temps modernes. Le commerce ramena chez les hommes l'amour de la liberté, et réveilla en eux le sentiment de leurs droits. Il a puissamment contribué à diminuer l'influence permanente et l'ascendant de la classe riche en fonds de terre et héréditaire.

Dans l'histoire du genre humain, les progrès de la navigation tiendront toujours la première place après ceux de l'agriculture. La civilisation que l'agriculture fait naître n'est que locale; elle s'arrête dès que les besoins de la nation sont assurés; alors les peuples cultivateurs, ordinairement partagés en *maîtres* indolens et *esclaves* malheureux, s'isolent du reste du monde, plus encore par leurs lois et leurs usages, que par leurs grandes murailles. Mais la navigation trouble cette félicité chinoise; elle fait cesser ce repos ignoble et contraire aux destinées du genre humain. Un vaisseau réunit les parties du monde les plus éloignées; des cités, des nations entières se transplantent sous d'autres climats; au milieu des paisibles sauvages s'élève le tumulte de la civilisation; un mouvement universel saisit les peuples; l'homme, à son insu, est entraîné à la conquête du globe.

Le sort des grandes familles humaines a été décidé par la direction qu'elles ont prise dans leur émigration, par la nature des terres qu'elles occupèrent, mais, surtout, par la position des grandes mers du globe, et le parti que les hommes surent en tirer. L'éternelle enfance des Chinois n'est-elle pas due principalement à leur ignorance de l'art de la navigation? Au contraire, si les Japonais et les Malais ont montré un caractère vigoureux, entreprenant, et

différent de celui des autres Asiatiques, c'était à l'époque où leurs escadres parcouraient le grand Océan oriental, encore aujourd'hui rempli de leurs colonies. Les nations africaines se sont comme engourdies au milieu d'un grand continent dépourvu de golfes et de bras de mer; cette circonstance, qui empêchait la navigation d'y porter l'industrie, a puissamment contribué à abrutir les peuples d'Afrique.

L'Egypte, du temps de Sésostris et dans les époques encore plus reculées de son étonnante splendeur, dut sans doute une grande partie de sa puissance et de sa prospérité à la navigation que plus tard les Tyriens, les Phéniciens et les Carthaginois, exploitèrent. Les Egyptiens, conquérans de l'Asie, possesseurs de toute l'Arabie, de la Chaldée, de la mer Rouge et du golfe Persique, étaient sans contredit un peuple navigateur; mais vaincus par les Perses, subjugués par les Grecs et les Romains, leur gloire s'est évanouie. Les Européens seuls étaient appelés à étendre leur empire sur le globe. Les nations qui ont peuplé l'Europe ont eu à franchir le Caucase et les Alpes, le Pont-Euxin et la Baltique, l'Archipel, l'Adriatique et la Méditerranée. De si grands obstacles ralentirent d'abord leur marche, mais en même temps développèrent et fortifièrent ce grand caractère d'activité et d'audace, commun aux peuples européens. Bientôt les Phéniciens perdent l'empire de la mer; Athènes rivalise avec Tyr; une ville grecque domine l'Egypte vaincue; Carthage succombe sous Rome; l'Europe saisit le sceptre du monde. A cette époque, toute la civilisation était rassemblée autour de la *Méditerranée;* c'était presque la seule mer sur laquelle on naviguât; c'était le grand chemin de tous les peuples policés.

Une seconde époque commence, et c'est encore aux progrès de la navigation que se lie la marche de la civilisation. Les Scandinaves y préludent par leurs courses au-

dacieuses, qui s'étendirent jusqu'en Amérique. La boussole et Colomb paraissent. Un nouveau monde voit aborder nos vaisseaux; une nouvelle Europe s'élève, et croît dans ces magnifiques solitudes. L'*océan Atlantique* est devenu la Méditerranée nouvelle, la grande route commune qui rapproche entre eux les peuples civilisés, et qui tantôt retentit du bruit de leurs combats, tantôt leur apporte paisiblement les tributs du reste de l'univers.

Mais la marche de la civilisation est loin d'être terminée; les merveilles de l'Europe peuvent encore être effacées. Les Européens s'arrêteront-ils aux bords de cet océan Atlantique, qui, tout immense qu'il parut aux Hercules phénicien et grec, n'est pourtant qu'un bras de mer, si on le compare à ce *grand Océan* qui, sous les noms d'Indien, de Pacifique et d'Austral, s'étend d'un pôle à l'autre? Déjà, montés sur des barques légères, les navigateurs américains franchissent sans crainte tout cet hémisphère aquatique; déjà des colonies anglaises ont commencé à conquérir ces vastes terres, ces îles innombrables qui forment au sud-est de l'Asie une cinquième partie du monde, et la plus belle de toutes, cette superbe *Océanie*, offrira peut-être, avant quelques siècles, le spectacle de la plus vaste civilisation qu'il soit donné à l'homme d'espérer, et que les bornes du globe terrestre puissent admettre. Qu'un autre Cadmus y porte ce flambeau des arts et des sciences qui éclaire l'Europe, que des colonies échappées à nos guerres civiles, fondent dans une des grandes terres de l'Australie ou de la Malaisie une nouvelle Grèce, alors ces collines, qui ne produisent aujourd'hui que des aromates, se couvriront de villes et de palais : dans ces baies qu'ombrage une forêt de palmiers, on verra voguer une forêt de mâts; l'or et le marbre seront tirés des flancs des montagnes encore vierges; le corail et les perles seront recherchés au fond de la mer, pour orner des capitoles nou-

veaux ; et un jour peut-être, l'Europe, l'Asie, l'Afrique et l'Amérique, étonnées et jalouses, trouveront une rivalité dangereuse dans des contrées dont l'existence les occupe à peine aujourd'hui.

Ainsi, dans l'histoire du genre humain, le *passé*, le *présent* et l'*avenir*, se lient à la position des grandes mers du globe et aux progrès de la navigation.

Nous allons entreprendre un voyage autour de ce globe, dont nous terminons ici la *théorie générale*, mathématique, physique et politique.

TABLEAUX

DE GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE.

I.

TABLEAU SYNOPTIQUE DU SYSTÈME PLANÉTAIRE (1).

Diamètres et volumes, *ceux de la Terre pris pour unité.*

	Diamètre.	Volume.
Le Soleil	109,93	1328,460,00
Mercure	0,39	0,10
Vénus	0,97	0,90
La Terre	1,00	1,00
La *Lune*	0,27	0,02
Mars	0,56	0,20
Vesta	0,40	.....
Junon	0,10	.....
Cérès	0,30	0,02
Pallas	0,15	0,00
Jupiter	11,56	1470,20
Saturne	9,61	887,30
Uranus ou *Herschell*	4,26	77,50

Diamètres en lieues.

Le Soleil	315,000	Junon	264
Mercure	1,130	Cérès	25
Vénus	2,533	Pallas	45
La Terre	2,638	Jupiter	30,333
La *Lune*	781	Saturne	25,560
Mars	1,400	Uranus	11,353
Vesta	1,055		

	Masse.	Densité.	Poids.
Le Soleil	329,630.	0.23624	27.65
Mercure	0.1627	2.87964	1.07
Vénus	0.9243	1.04701	1.
La Terre	1.	1.	1.
La *Lune*	0.0146	0.71507	0.22
Mars	0.1294	0.93073	0.43
Jupiter	308.94	0.24119	2.51
Saturne	93.271	0.09568	1.30
Uranus	1.6904	0.02080	0.95

	Rotation.				Aplatissement.
		10 heur.	» min.	» sec.	
Le *Soleil*	25 jours.				.....
Mercure	»	24	5	28	.....
Vénus	»	23	21	0	.....
La *Terre*	»	23	56	4	1/334
La *Lune*	27	8	»	»	.....
Mars	»	24	39	21	1/16
Jupiter	»	9	56	0	1/14
Saturne selon *Herschell*	»	10	16	0	20.91 : 22.81
Saturne *Calandillo*	»	11	39	13.3	: 16.1

(1) *Laplace*, Système du monde. *Biot*, Astronomie physique.

Révolution synodique.	Jours.	Révolution sidérale (1).	Jours.
Mercure	115.877		87.969
Vénus	583.920		224.701
La Terre	»		365.256
La Lune	29.530		27.321
Mars	779.936		686.980
Vesta	»		1335.205
Junon	»		1590.998
Cérès	479.672		1681.539
Pallas	»		1681.709
Jupiter	398.867		4332.596
Saturne	378.090		10758.970
Uranus	369.656		30688.713

Mouvement moyen par heure exprimé en lieues.

Mercure	36,444	Cérès	13,644
Vénus	26,687	Pallas	13,643
La Terre	22,697	Jupiter	9,955
Mars	18,355	Saturne	7,350
Vesta	14,734	Uranus	5,182
Junon	13,723		

Demi-grands axes des orbites, ou distances moyennes du Soleil.

	Myriamètres.		Myriamètres.
Mercure	5917938	*Cérès*	42282000
Vénus	11058215	*Pallas* (2)	42666000
La *Terre*	15287873	*Jupiter*	79511907
Mars	23294021	*Saturne*	145836700
Vesta	36278123	*Uranus*	291720130
Junon	40619979		

Rapport de l'excentricité au demi-grand axe.

Mercure	0.205523	Cérès	0.082501
Vénus	0.006885	Pallas	0.2463..
La Terre	0.016814	Jupiter	0.048077
La Lune	0.0549..	Saturne	0.056223
Mars	0.093088	Uranus	0.046683

Inclinaison de l'orbite à l'écliptique.

Mercure	6° 35′ 30″	*Cérès*	10° 36′ 57″
Vénus	3 23 10	*Pallas*	34 50 40
La *Terre*	0 0 0	*Jupiter*	1 19 38
La *Lune*	5 9 0	*Saturne*	2 30 40
Mars	1 50 47	*Uranus*	0 46 12

(1) Nous devons rappeler que la *révolution synodique* est celle par laquelle la planète accomplit le retour à la même position par rapport à la terre et au soleil, et que la *révolution sidérale* est celle par laquelle elle revient à la même étoile ou au même point de son orbite. J. H.

(2) L'excentricité de Pallas fait que, malgré la presque identité de sa moyenne distance et de celle de Cérès, les orbites de ces deux planètes sont très-éloignées l'une de l'autre à leur aphélie et périhélie. Entre ces points les orbites se coupent l'une l'autre. Pallas approche tantôt de Jupiter, tantôt de Mars.

II.

Tableau *des Climats.*

CLIMATS de DEMI-HEURE.	PLUS LONG JOUR.		LATITUDE.		ÉTENDUE des CLIMATS.	
Leur nombre.	Heur.	Min.	Deg.	Min.	Deg.	Min.
0	12	0	0	0	0	0
1	12	30	8	34	8	34
2	13	0	16	43	8	9
3	13	30	24	10	7	27
4	14	0	30	46	6	46
5	14	30	36	28	5	42
6	15	0	41	21	4	53
7	15	30	45	29	4	8
8	16	0	48	59	3	30
9	16	30	51	57	2	58
10	17	0	54	28	2	31
11	17	30	56	36	2	8
12	18	0	58	25	1	49
13	18	30	59	57	1	32
14	19	0	61	16	1	19
15	19	30	62	24	1	8
16	20	0	63	20	0	56
17	20	30	64	8	0	48
18	21	0	64	48	0	40
19	21	30	65	20	0	32
20	22	0	65	46	0	26
21	22	30	66	6	0	20
22	23	0	66	20	0	14
23	23	30	66	28	0	8
24	24	0	66	32	0	4

CLIMATS DES MOIS.	PLUS LONG JOUR.	LATITUDE.		ÉTENDUE DES CLIMATS.	
Leur nombre.	Mois.	Deg.	Min.	Deg.	Min.
1	1	67	23	0	51
2	2	69	10	2	27
3	3	73	39	3	49
4	4	78	31	4	52
5	5	84	5	5	34
6	6	90	0	5	55

N. B. On ne tient point compte dans ces Tables des effets de la réfraction, qui augmente la durée du jour, surtout vers les pôles. Sous le pôle même, la réfraction seule (sans le crépuscule) augmente le jour, qui est de 6 mois, de 67 heures.

III.

TABLEAU *de la limite des neiges sur les principales montagnes du globe, et de la température des plaines qui s'étendent aux pieds de ces montagnes* (1).

CHAINES DE MONTAGNES.	LATITUDES.	Limite inférieure des neiges perpétuelles en toises.	TEMPÉRATURE moyenne DES PLAINES dans l'année ther. cent.	TEMPÉRATURE moyenne DES PLAINES dans l'été ther. cent.
Cordillères de Quito..	0° — 1° ½ S.	2460	27°,7	28°,7
Cordillères de Bolivia.	16° — 17° ¾ S.	2670	.....	.....
Cordill. du Mexique..	19° — 19° ¼ N.	2350	25°,4	27°,5
Himalaya :				
Pente septentrionale .	30° ¾ — 31° N.	2600	22°,0	28°,0
Pente méridionale ...	.....	1950	.....	.....
Pyrénées.....	42° ½ — 43° N.	1400	15°,2	23°,8
Caucase.....	42° ½ — 43° N.	1700	.....	.....
Alpes.....	45° ¾ — 46° N.	1370	13°,2	22°,6
Karpathes.....	49° — 49° ¼ N.	1330	9°,2	20°,0
Altaï.....	49° — 51° N.	1000	.....	.....
Norvége :				
Intérieur.....	61° — 62° N.	850	4°,2	16°,3
Intérieur.....	67° — 67° ¼ N.	600	.....	.....
Intérieur.....	70° — 70° ¼ N.	550	—3°,0	11°,2
Côtes.....	71° ¼ — 71° ½ N.	360	+0°,2	6°,3

(1) Ce Tableau est extrait des *Fragmens de Géologie et de Climatologie* asiatiques de M. A. de Humboldt.

IV.

Tableau du Décroissement *des degrés de longitude, graduation ancienne ou nonagésimale, la Terre étant supposée sphérique.*

Latitudes.	Degré de longitude en toises, anc. mesure.	Degré de longitude en milles nautiques.	Latitudes.	Degré de longitude en toises, anc. mesure.	Degré de longitude en milles nautiques.
0	57050	60.00	46	39630	41.68
1	57041	59.99	47	38908	40.92
2	57015	59.96	48	38174	40.15
3	56972	59.92	49	37429	39.36
4	56911	59.85	50	36671	38.57
5	56833	59.77	51	35902	37.76
6	56738	59.67	52	35123	36.94
7	56625	59.56	53	34333	36.11
8	56495	59.42	54	33532	35 27
9	56347	59.26	55	32722	34.41
10	56183	59.09	56	31902	33.55
11	56002	58.89	57	31076	32.68
12	55803	58.69	58	30231	31.79
13	55587	58.46	59	29384	30.90
14	55355	58.22	60	28525	30 00
15	55106	57.95	61	27659	29.09
16	54840	57.67	62	26784	28.17
17	54557	57.38	63	25904	27.24
18	54257	57.06	64	25010	26.30
19	53941	56.73	65	24110	25.36
20	53609	56.38	66	23204	24.41
21	53260	56.01	67	22291	23.44
22	52895	55.63	68	21371	22.48
23	52514	55.23	69	20445	21.50
24	52117	54.81	70	19512	20.52
25	51705	54.38	71	18573	19.53
26	51276	53.93	72	17629	18.54
27	50832	53.46	73	16679	17.54
28	50372	52.97	74	15724	16.54
29	49897	52.47	75	14764	15.53
30	49406	51.96	76	13801	14.51
31	48901	51.43	77	12833	13.50
32	48381	50.88	78	11862	12.48
33	47846	50.32	79	10885	11.45
34	47298	49.74	80	9907	10.42
35	46732	49.15	81	8924	9.38
36	46154	48.54	82	7941	8.35
37	45562	47.92	83	6953	7.32
38	44956	47.28	84	5963	6.28
39	44337	46.63	85	4972	5.23
40	43703	45.96	86	3980	4.18
41	43056	45.28	87	2986	3.14
42	42397	44.59	88	1991	2.09
43	41725	43.83	89	996	1.05
44	41038	43.16	90	0	0.00
45	40340	42.43			

V.

Tableau du Décroissement *des degrés de longitude, graduation nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée sphérique.*

Latitude.	Degré ou grade de longitude.	Latitude.	Degré ou grade de longitude.	Latitude.	Degré ou grade de longitude.
gr.	kilom.	gr.	kilom.	gr.	kilom.
0	100,000	34	86,074	68	48,175
1	99,988	35	85,264	69	46,793
2	99,951	36	84,433	70	45,399
3	99,889	37	83,581		
4	99,803	38	82,708	71	43,994
5	99,692	39	81,815	72	42,578
6	99,556	40	80,902	73	41,151
7	99,396			74	39,115
8	99,211	41	79,968	75	38,268
9	99,002	42	79,015	76	36,812
10	98,769	43	78,043	77	35,347
		44	77,051	78	33,874
11	98,511	45	76,040	79	32,392
12	98,229	46	75,011	80	30,902
13	97,922	47	73,963		
14	97,592	48	72,897	81	29,404
15	97,237	49	71,813	82	27,899
16	96,858	50	70,711	83	26,387
17	96,456			84	24,869
18	96,029	51	69,591	85	23,344
19	95,579	52	68,455	86	21,814
20	95,106	53	67,301	87	20,279
		54	66,131	88	18,738
21	94,608	55	64,945	89	17,193
22	94,088	56	63,742	90	15,643
23	93,544	57	62,524		
24	92,978	58	61,291	91	14,090
25	92,388	59	60,042	92	12,533
26	91,775	60	58,778	93	10,973
27	91,140			94	9,411
28	90,483	61	57,500	95	7,846
29	89,803	62	56,208	96	6,279
30	89,101	63	54,902	97	4,711
		64	53,583	98	3,141
31	88,377	65	52,250	99	1,571
32	87,631	66	50,904	100	0,000
33	86,863	67	49,546		

VI.

Tableau du Décroissement *des degrés de longitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de* $1/335$.

Latitude.	Degré de longitude.	Latitude.	Degré de longitude.	Latitude.	Degré de longitude.
gr.	mètres.	gr.	mètres.	gr.	mètres.
0	100149,4	34	86269,5	68	48358,3
1	100137,1	35	85461,0	69	46972,4
2	100100,3	36	84631,4	70	45574,8
3	100038,9	37	83780,9		
4	99953,0	38	82909,7	71	44165,9
5	99842,5	39	82018,1	72	42746,0
6	99707,6	40	81106,2	73	41315,3
7	99548,2			74	39874,4
8	99364,3	41	80174,1	75	38423,4
9	99156,2	42	79222,3	76	36962,8
10	98923,6	43	78250,9	77	35493,0
		44	77260,1	78	34014,2
11	98666,8	45	76250,1	79	32527,0
12	98385,8	46	75221,3	80	31031,6
13	98080,6	47	74173,8		
14	97751,3	48	73108,0	81	29528,5
15	97398,1	49	72024,0	82	28017,9
16	97020,9	50	70922,1	83	26500,3
17	96616,9			84	24976,1
18	96195,1	51	69802,6	85	23445,6
19	95746,8	52	68665,8	86	21909,2
20	95274,9	53	67512,0	87	20367,3
		54	66341,3	88	18820,3
21	94779,6	55	65154,2	89	17268,6
22	94260,9	56	63950,9	90	15712,6
23	93719,1	57	62731,7		
24	93154,2	58	61496,8	91	14152,6
25	92566,4	59	60246,7	92	12589,0
26	91955,8	60	58981,5	93	11022,3
27	91322,6			94	9452,9
28	90666,9	61	57701,6	95	7881,0
29	89988,9	62	56407,4	96	6307,2
30	89288,6	63	55099,1	97	4731,8
		64	53777,1	98	3155,7
31	88566,4	65	52441,7	99	1577,8
32	87822,4	66	51093,1	100	0,0
33	87056,7	67	49731,8		

VII.

Tableau du Décroissement *des degrés de latitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de* $^1/_{335}$.

Latitude.	Degré de latitude.	Latitude.	Degré de latitude.	Latitude.	Degré de latitude.
gr.	mètres.	gr.	mètres.	gr.	mètres.
0	99552,5	34	99789,7	68	100245,9
1	99552,9	35	99802,2	69	100257,5
2	99553,8	36	99814,9	70	100269,0
3	99555,1	37	99827,8		
4	99556,9	38	99840,9	71	100280,2
5	99559,0	39	99854,1	72	100291,1
6	99561,8	40	99867,5	73	100301,7
7	99564,7			74	100312,0
8	99568,2	41	99881,0	75	100322,0
9	99572,1	42	99894,6	76	100331,7
10	99576,4	43	99908,3	77	100341,1
		44	99922,1	78	100350,1
11	99581,2	45	99936,0	79	100358,8
12	99586,3	46	99950,0	80	100367,2
13	99591,8	47	99964,0		
14	99597,8	48	99978,0	81	100375,1
15	99604,2	49	99992,1	82	100382,7
16	99610,9	50	100006,2	83	100389,9
17	99618,0			84	100396,8
18	99625,4	51	100020,3	85	100403,2
19	99633,4	52	100034,4	86	100409,3
20	99641,6	53	100048,4	87	100414,9
		54	100062,4	88	100420,1
21	99650,2	55	100076,3	89	100424,9
22	99659,1	56	100090,2	90	100429,3
23	99668,4	57	100103,9		
24	99678,0	58	100117,6	91	100433,2
25	99687,9	59	100131,2	92	100436,8
26	99698,1	60	100144,6	93	100439,9
27	99708,6			94	100442,5
28	99719,4	61	100157,9	95	100444,7
29	99730,5	62	100171,0	96	100446,5
30	99741,9	63	100184,0	97	100447,8
		64	100196,8	98	100448,7
31	99753,5	65	100209,4	99	100449,2
32	99765,3	66	100221,7	100	
33	99777,4	67	100233,9		

VIII.

TABLEAU COMPARATIF *des Mesures linéaires*, dites *Pieds courans*.

ÉTATS ET VILLES.		LIGNES.	Décimètres.
Amsterdam, *Voet*		125 ½	2,83
Augsbourg, *Stadt* ou *Werk-Schu*		131,3	2,97
Bâle, *Stadt* ou *Feldt-Schu*		132 ⅕	2,98
Batavia, *Voet*		139 ⅛	3,14
Berlin, *Fuss*	de Berlin	137,3	3,10
	du Rhin	139 ⅛	3,14
Brabant, *Fuss*		126,6	2,86
Cadiz, *Pié*		125,3	2,83
Chine	*Pied* des marchands	150	3,38
	Pied mathématique	147,7	3,33
	Ché ou *Pied* des charpentiers	143,1	3,23
	Pied des arpenteurs	141,7	3,19
Copenhague, *Fod*		139 ⅛	3,14
Cracovie, *Pied*		158	3,56
Dantzick, *Fuss*		127,2	2,86
Dauphiné, *Pied*		151,1	3,41
Dijon, *Pied*		139,2	3,15
Dresde, *Fuss*		125,5	2,83
France	*Pied-de-roi*	144	3,25
	Pied nouveau ou ⅓ *de mètre*	147,765	3,33
	Décimètre	44,33	1,00
Francfort-sur-le-Mein, *Fuss*		127	2,86
Franche-Comté, *Pied*		158,3	3,57
Gênes, *Palmo*		111,3	2,51
Hambourg, *Fuss*	de Hambourg	127	2,86
	du Rhin	139 ⅛	3,14
Leipzic, *Fuss*		125,3	2,83
Lisbonne, *Palmo*		96,9	2,18
Londres, *Foot*		135	3,05
Lorraine, *Pied*		129,2	2,91
Lubeck, *Fuss*		129	2,91
Madrid	*Codo*	187,9	4,23
	Pies	125,3	2,83
	Palmo grand	93,97	2,11
	Palmo petit	31,32	0,70
Malacca	*Pied* ordinaire	139,1	3,14
	des charpentiers	127 ½	2,87
Messine, *Palmo*		107,3	2,42
Milan		176	3,97
Munich, *Fuss*		128 ⅕	2,89
Naples, *Palmo*		116 ½	2,63
Normandie *Pied*		132	2,98
Norvége, *Fod*		139 ⅛	3,15
Nuremberg	*Stadt-Schu* des charpentiers	134,7	3,03
	Werk-Schu des maçons	123,6	2,78
Padoue, *Palmo*		189,9	4,28
Paris, *Pied-de-roi*		144	3,25

ÉTATS ET VILLES.	LIGNES.	Décimètres.
Palerme, *Palmo* ancien	107,3	2,42
Prague, *Fuss* de Bohême	131,4	2,97
Prague, *Fuss* de Moravie	131,2	2,96
Riga, *Fuss*	121 ½	2,74
Rome, *Palmo*	130,6	2,94
Russie, *Pied*	135	3,05
Sardaigne, *Palmo*	110,1	2,48
Suède, *Fot*	131,6	2,97
Suisse, *Fuss*	133	3,00
Stuttgard, *Fuss*	126,8	2,85
Turin, *Pied*	227,7	5,13
Venise, *Palmo*	153,7	3,46
Varsovie, *Fuss*	158	3,56
Vienne, *Fuss*	143	3,23

IX.

TABLEAU COMPARATIF *des Mesures agraires des principaux États de l'Europe, exprimées en anciens* pieds-de-roi carrés, *et comparées à l'ancien* arpent d'ordonnance, *dit* des Eaux et Forêts (1), *et à l'*hectare *des nouvelles mesures agraires de France.*

ÉTATS ET LIEUX.		Pieds carrés.	Arpens.	Hectares.
Alsace, *Morgen* ou *Jour*		19,045	0,39283	0,2009
Angleterre, *Acre*		38,376	0,79289	0,4049
Autriche, *Jochart*		54,571	1,12750	0,5758
Bavière, *Juchart*		31,700	0,65495	0,3345
Danemark, *Toende Hartkorn*		104,854 à 210,514	2,16640 à 4,34946	1,1064 à 2,2213
Espagne.	*Yugada*	1,345,032	27,78993	14,1928
	Fanega	32,521	0,67191	0,3431
	Cahizada	195,124	4,03149	2,0589
	Aranzada	10,781	0,22274	0,1137
France..	*Arpent des eaux et forêts*	48,400	1,00000	0,5107
	Arpent de Paris	32,400	0,66941	0,3418
	Arpent commun	40,000	0,82645	0,4220
	Hectare	94,768	1,95801	1,0000
	Are (2)	947⅔	0,01958	0,0100

(1) Cet arpent était composé de *cent perches carrées*, de *vingt-deux pieds de côté*.

(2) L'*are*, qui est l'unité des nouvelles mesures agraires, répond à un carré de *dix mètres* (un décamètre) de côté. L'*hectare* est une surface de *cent ares*; il répond à un hectomètre carré, ou à 10,000 mètres carrés.

Dans la comparaison de ces anciennes et nouvelles mesures agraires de France, on peut se servir de ces *rapports approximatifs*.

Hectare. { 24 = 47 arpens des eaux et forêts.
27 = 79 arpens de Paris de 18 pieds pour perche.
19 = 45 arpens communs de 20 pieds pour perche.
67 = 82 acres de Normandie de 100 perches à 22 pieds.

ÉTATS ET LIEUX.			Pieds carrés.	Arpens.	Hectares.
Hanovre.	*Morgen*		24,653	0,50935	0,2601
	Vorling		12,326	0,25467	0,1300
	Drohn		18,490	0,38202	0,1951
Hollande, *Morgen*			77,016	1,59124	0,8126
Italie....	Rome...	*Rubbio*	175,138	3,61857	1,8480
		Quarta	43,784	0,90464	0,4620
		Pezza	25,020	0,51694	0,2639
	Milanais, *Pertia*		7,127	0,14725	0,0752
	Naples, *Moggia*		31,679	0,65453	0,3342
	Toscane..	*Saccate*	46,986	0,97078	0,4957
		Stioro	5,546	0,11459	0,0585
	Venise, 1000 *Passi*		28,456	0,38792	0,3002
Lorraine, *Journal*			40,328	0,83323	0,4255
Piémont, *Giornata*			36,005	0,74390	0,3799
Prusse...	grande *Hufe*		1,613,130	33,32913	17,0218
	Hakenhufe		107,542	2,22195	1,1347
	Landhufe		53,771	1,11097	0,5674
	Morgen..	grand	53,771		
		petit	24,197	0,49993	0,2553
Russie, *Dasaetina*			109,782	2,26756	1,1584
Saxe électorale, *Acker*			52,247	1,07948	0,5513
Souabe, *Jouchart*			13,299	0,27477	0,1403
Suède, *Tunna-Land*			46,773	0,96639	0,4935
Suisse...	Berne, *Juchart*	de bois	36,666 2/3	0,75755	0,3869
		de champs	32,592	0,67338	0,3439
	Zurich, *Juchart*	de champs	30,711	0,63452	0,3240
		de bois	34,120	0,70495	0,3600
Tyrol, *Jauch* ou *Jauchart*			40,999	0,84707	0,4326

X.

TABLEAU COMPARATIF *des Mesures itinéraires et topographiques, considérées,* 1° *comme mesures de* distance *dans leurs rapports au degré* (*nonagésimal*) *de l'équateur à la lieue géographique de France de* 25 *au degré, et au kilomètre;* 2° *comme mesure* d'étendue superficielle *dans leurs rapports aux* lieues *géographiques d'Allemagne* (*de* 15 *au degré*) carrées; *de France* (*de* 25 *au degré*) carrée, *et au* kilomètre carré.

RAPPORT ITINÉRAIRE			MESURES.	RAPPORT TOPOGRAPHIQUE.		
				LIEUES CARRÉES		
au degré.	Lieues de 25 au degré.	Kilomètres.		de 15 au degré.	de 25 au degré.	Kilomètres carrés.
12	2,0833 1/3	9,2708 1/3	Grande *Meile* d'ALLEMAGNE	1,5625	4,3389	85,951
15	1 2/3	7,4166 2/3	*Meile* ordinaire ou géographique, *ibid.*	1,	2 7/9	55,004
17 3/4	1,4084	6,2676	Petite *Meile*, *ibid.*	0,714	1,987	39,2753
69 1/8	0,3616	1,6094	*Mile* légale d'ANGLETERRE	0,0471	0,13075	2,5889
73	0,3425	1,524	*Idem*, dite de Londres, *ibid.*	0,0422	0,1173	2,32257
60	0,4167	1,8542	*Idem*, marine ou géographique, *ibid.*	0,0625	0,17363	3,4373
20	1 1/4	5,5625	*League* marine, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
33	0,7576	3,371	*Lieue* d'ANJOU	0,2066	0,5739	11,3636
57 1/5	0,4371	1,9449	*Lieue* d'ARABIE	0,0687	0,191	3,78
28	0,8929	3,9732	*Lieue* d'ARTOIS	0,2868	0,7973	15,785
17 1/3	1,4423	6,4183	*Lieue* dite astronomique	0,7489	2,079	41,2

105,6	0,2367	1,0535	*Pfase* de BATAVIA et de JAVA	0,02018	0,005602	1,109
26,397	0,9471	4,2145	*Horaire*, *ibid.*	0,3229	0,897	17,759
16,087	1,55405	6,9155	*Lieue*, *ibid.*	0,8694	2,4149	47,823
33	0,7576	3,371	*Lieue* de BEAUCE	0,2066	0,5739	11,3636
26	0,9615	4,2788	*Lieue* du BERRY	0,3328	0,9245	18,308
16	1,5625	6,953	*Meile* de BOHÈME	0,8789	2,44	48,344
21,521	1,1617	5,1693	*Lieue* de BOURGOGNE	0,4858	1,3502	26,7186
20	1, 1/4	5,5625	*Meile* de BRABANT	0,5625	1,5625	30,9414
17	1,4706	6,5441	*Lieue* du BRÉSIL	0,7785	2,1638	42,8239
33	0,7576	3,371	*Lieue* de BRETAGNE	0,2066	0,5739	11,3636
28	0,8929	3,9732	*Lieue* de CAYENNE	0,2868	0,7973	15,7847
28,54	0,8759	3,898	*Lieue* du CANADA	0,2762	0,7672	15,1944
35	0,71429	3,17857	*Lieue* du CARNATE (Hindoustan)	0,1837	0,5102	10,1
192,4	0,1299	0,5782	*Li* de la CHINE	0,006078	0,01687	0,3343
11	2,2727	10,1136	*Gros* ou *Gau* de COROMANDEL	1,859	5,1663	102,2856
14,77	1,6926	7,5321	*Mile* de DANEMARK	1,0315	2,866	56,731
12 2/3	2,027	9,002	*Meile* de SAXE, dite de DRESDE	1,479	4,1087	81,036
50	1/2	2,225	*Mile* d'ECOSSE	0,09	1/4	4,9506 1/4
16 2/3	1 1/2	6,675	*Legua nueva* d'ESPAGNE	0,8117	2 1/4	44,5556 1/4
20	1 1/4	5,5625	*Idem*, dite *horaria*, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
26 2/3	0,9375	4,1718 3/4	*Idem*, dite *juridica*, *ibid.*	0,3164	0,8789	17,4056
28,54	0,8759	3,898	*Lieue* de poste (de 2,000 toises) de FRANCE	0,2762	0,7672	15,1944
25	1	4,45	*Lieue* géographique ou ordinaire, *ibid.*	0,36	1	19,8025
20	1 1/4	5,5625	*Lieue* marine, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
22 1/4	1,1236	5	*Lieue* moyenne, *ibid.*	0,4544	1,2633	25
11 1/8	2,2472	10	*Myriamètre*, ou grande lieue nouvelle, *ib.*	1,818	5,049	100
111 1/4	0,2247	1	*Kilomètre*, ou petite lieue nouvelle, *ibid.*	0,01818	0,05049	1

RAPPORT ITINÉRAIRE			MESURES.	RAPPORT TOPOGRAPHIQUE.		
				LIEUES CARRÉES		Kilomètres carrés.
au degré.	Lieues de 25 au degré.	Kilomètres.		de 15 au degré.	de 25 au degré.	
19,025	1,3139	5,8476	*Lieue* de GASCOGNE	0,6216	1,7266	34,194
26,838	0,9315	4,1452	*Lieue* de la GUYANE	0,3124	0,8677	17,181
42 3/4	0,5848	2,6023	*Cos* ou *Coru* de l'HINDOUSTAN	0,1231	0,342	6,7718
	1,3158	5,855	*Meile* de la HOLLANDE	0,6232	1,7319	34,281
13 1/3	1,875	8,34375	*Meile* de HONGRIE	1,266	3,5159	69,622
40	0,625	2,78125	*Mile* de l'IRLANDE	0,1416 1/4	0,3907	7,735
3	8 1/3	37,08333 1/3	*Tingmannaleid* de l'ISLANDE	25	69 4/9	1375,1736
9	2 7/9	12,36 1/9	*Mil* marin, *ibid.*	2,778	7,716	152,797
12	2,0833	9,2708	*Idem*, ordinaire de terre, *ibid.*	1,5625	4,3389	85,96
58,48	0,4275	1,9024	*Lega* du Bolonais en ITALIE	0,06579	0,1828	5,619
67 1/4	0,3718	1,65427	*Idem*, du Milanais, *ibid.*	0,04975	0,1383	2,7366
57,71	0,4332	1,9277	*Idem*, de Naples, *ibid.*	0,06756	0,1877	3,716
74,7	0,3347	1,4719	*Idem*, de l'Etat Romain, *ibid.*	0,0403	0,1121	2,1667
68 1/4	0,3663	1,62967	*Idem*, de Toscane, *ibid.*	0,0483	0,1342	2,6558
60,62	0,4124	1,8352	*Idem*, de l'Etat Vénitien, *ibid.*	0,06123	0,17009	3,368
12,44	2,001	8,9429	*Meile* de LITHUANIE	1,454	4,004	79,977
28	0,8929	3,9732	*Meile* de LUXEMBOURG	0,2868	0,79727	15,7847
23	1,087	4,83696	*Lieue* du LYONNAIS	0,4253	1,18157	23,396
10	2 1/2	11 1/8	*Gros* ou *Gau* de MALABAR	1 1/4	6 1/4	123,7656 1/4

17	1,47066	6,5441	*Lieue* de Mysore (Hindoustan)	0,7786	2,164	42,824
10	2 1/2	11 1/8	*Mile* de Norvége	2 1/4	6 1/4	123,7656
24	1,0417	4,6354	*Lieue* du Perche	0,3906	1,0857	21,491
12 1/2	2	8,9	*Parasange* de Perse	1,44	4,	79,21
48	0,5208	2,3177	*Lega* de Piémont	0,09766	0,27123	5,373
24	1,0417	4,6354	*Lieue* du Poitou	0,3906	1,0857	21,491
20	1 1/4	5,5625	*Lieue* de Pologne	0,5625	1,5625	30,9414
18	1,3889	6,18056	*Legua* de Portugal	0,6944	1,9293	38,199
14,37	1,7328	7,7488	*Meile* de Prusse	1,089	3,003	60,045
19,025	1,3139	5,8476	*Lieue* de Provence	0,6216	1,7266	34,194
104 1/4	0,2396	1,06714	*Werste* ordinaire de Russie	0,0207	0,05741	1,1385
104,716	0,23874	1,0624	*Idem*, déterminée, *ibid.*	0,0205	0,057	1,1278
110,4	0,22645	1,0077	*Idem*, selon M. Trescot, *ibid.*	0,0192	0,05128	1,014
17,453	1,43244	6,3744	*Mille géographique* de 6 werstes, *ibid.*	0,7387	2,05	40,63
12,29	2,0342	9,0521	*Meile*, dite de police de Saxe	1,49	4,1371	81,939
28,942	0,8638	3,8438	*Roé-ning* de Siam	0,2686	0,74615	14,77
17,18	1,4552	6,47 5/9	*Meile* de Silésie	0,7623	2,117	41,93
10 2/5	2,4038	10,6971	*Mile* de Suède	2,08	5,7792	114,45
10	2 1/2	11 1/8	*Gos* ou *Gau* de Surate	2 1/4	6 1/4	123,7656
26,838	0,9315	4,1452	*Lieue* de Surinam	0,3124	0,8677	17,181
66 2/3	0,375	1,6687	*Berri* de Turquie	0,05062	0,1406	2,786
28,537	0,8761	3,8985	*Lieue* de Touraine	0,2763	0,7676	15,195
10	2 1/2	11 1/8	*Meile* du cercle de Westphalie	2 1/4	6 1/4	123,765625

XI.

TABLEAUX DES MESURES DES ANCIENS.

A. MESURES ITINÉRAIRES.

	MESURES FRANÇAISES. Kil.	Mètres.
Le Schœne ou Relais de la moyenne Égypte	20	
Le Schœne ou Relais de la Thébaïde, ou le *Gau* indien connu sous le nom de *Stathme*	10	
Le Schœne du Delta = 9600 pas simples	6	2/3
La Parasange = 7200 pas simples	5	
Le *Coss* indien = 3600 pas simples	2	1/2
Le Mille égyptien = 2880 pas simples	2	
Le Mille persan ou asiatique	1	2/3
Le Mille hébreu	1	1/6
Le Stade pythique ou delphique	0,148	4/27
Le Stade moyen dit nautique ou persien	0,166	2/3
Le grand Stade dit alexandrin ou égyptien	0,222	2/9
Le Stade philétérien ou Stade royal	0,210,14	
Le Stade grec olympique	0,185,37	
Le Stade d'Ératosthène	0,159,2	
Le Stade de Cléomène	0,133,47	
Le Stade d'Aristote ou petit Stade	0,099,8	

B. MESURES LINÉAIRES.

	Mèt.	Millim.
La Coudée royale de Babylone	0,4687	
La Coudée moyenne	0,416	2/3
Le *Pygon* ou *Palmipes*	0,347	2/9
Le Pied dit géométrique	0,277	7/9
Le Pied pythique ou delphique	0,246,9	
Le *Palmus* major	0,086,8	
Le Palme commun ou la Paleste	0,069	4/9
Le Pouce ou l'Once du Pied géométrique	0,023	4/27
Le *Dactyle* ou doigt	0,017	13/36
L'Hécatonpède olympique	30,864	
L'Exapode	1,851	
La Coudée de 18 pouces olympiques	0,463	
Le Pied olympique	0,308,6	
L'Exapode de 6 pieds romains	1	7/9
Le grand Pas de 5 pieds *idem*	1	13/27
Le Pas commun de 2 pieds *idem*	0	16/27
Le Pied romain	0	8/27

C. MESURES AGRAIRES.

	Mètres carrés.	Fractions décim.
Le *Plethre* = 100 Pieds olympiques carrés	9	526
L'*Exapode* = 36 Pieds olympiques carrés	3	429
Le *Saltus* de 4 Centuries	2,022,716	
La *Centurie* de 100 Heredies	505,679	
L'*Heredie* de 2 Jugeres	5,056	79
Le *Jugere* de 800 Exapodes	2,528	395

XII.

Tableau comparatif *des principaux Vents.*

ROSE DE QUATRE VENTS (1).

NOMS GRECS.	NOMS MODERNES.	PLACE sur le compas (2).
		Degrés.
Boreas	Nord	0
Euros	Est	90
Notos	Sud	180
Zephyros	Ouest	270

ROSE DE HUIT VENTS (3).

NOMS GRECS OU LATINS.	NOMS MODERNES.	PLACE sur le compas.
		Degrés.
Boreas; Aparctias; Septentrio	Nord	0
Cœcias; Aquilo; (quelq. *Boreas*)	Nord-Est	45
Apeliotes; Subsolanus (qu. *Eurus*)	Est	90
Euronotos; Vulturnus (souv. *Eurus*)	Sud-Est	135
Notos; Auster	Sud	180
Libs; Africus	Sud-Ouest	225
Zephyrus; Favonius	Ouest	270
Corus, Sciron; Argestes	Nord-Ouest	315
Boreas, etc.	Nord	360

ROSE DE DOUZE VENTS (4).

NOMS ANCIENS.	RAPPORT AVEC LES NOMS MODERNES. (Voyez ci-dessous.)	PLACE sur le compas.
		Degrés.
Aparctias, Septentrio (*Boreas*)	Nord	0
Meses (souvent *Boreas* et *Aquilo*)	N. E. 1/4 N. — 3° 3/4	30
Cœcias	N. E. 1/4 E. + 3° 3/4	60
Apeliotes; Subsolanus	Est	90
Eurus; Vulturnus	S. E. 1/4 E. — 3° 3/4	120
Phœnicias; Euronotus	S. E. 1/4 S. + 3° 3/4	150
Notus; Auster	Sud	180
Libonotus; Leuconotus	S. O. 1/4 S. — 3° 3/4	210
Libs; Africus	S. O. 1/4 O. + 3° 3/4	240
Zephyrus; Favonius	Ouest	270
Iapix; Corus; Argestes, etc.	N. O. 1/4 O. — 3° 3/4	300
Thracias; Cercius	N. O. 1/4 N. + 3° 3/4	330
Aparctias, etc.	Nord	360

(1) Voyez *Homère*, Odyssée, liv. V, v. 295.

(2) En comptant depuis le nord tout autour du compas. C'est pour mieux nous faire comprendre que nous employons cette manière de compter. Les navigateurs comptent par *quarts de cercle* seulement; en allant de nord vers est et ouest, de même de sud vers est et ouest.

(3) Voyez l'explication de *la tour des Vents, à Athènes;* chez *Vitruve*, liber I, caput 6; *Aristote*, Meteorolog., lib. II, cap. 6; *Pline*, lib. II, cap. 22; *Aulugelle*, lib. II, cap. 22; *Agathémère*, Geograph., lib. I, cap. 2, etc., etc.

(4) Voyez *Aristote*, loc. cit.; *id. De Mundo*, cap. 4; *Agathémère*, loc. cit.; *id.* lib. II, cap. 2; *Pline*, loc. cit.; *Sénèque*, Natur. quæst., lib. V, cap. 16. — Pour la rose de 24 vents, basée sur celle de 12, consultez *Saumaise*, Exercit. Plinian., pag. 878-892.

ROSE DE TRENTE-DEUX VENTS.

N. B. On désigne *Nord* par *N.*, *Est* par *E.*, et ainsi de suite.

NOMS ANGLAIS.	NOMS FRANÇAIS.	NOMS ITALIENS.	PLACE sur le compas.
North (N.)	Nord (N.)	Tramontana	0
N. by E.	N. ¼ N. E.	¼ di T. verso Greco	11 ¼
N. N. E.	N. N. E.	Greco-Tramontana	22 ½
N. E. by N.	N. E. ¼ N.	¼ di Greco verso T.	33 ¾
(N. E.) *North-East*	(N. E.) *Nord-Est*	*Greco*	45
N. E. by E.	N. E. ¼ E.	¼ di Gr. v. Levante	56 ¼
E. N. E.	E. N. E.	Greco-Levante	67 ½
E. by N.	E. ¼ N. E.	¼ di Levante v. Gr.	78 ¾
East	Est	Levante	90
E. by S.	E. ¼ S. E.	¼ di Lev. v. Scirocco	101 ¼
E. S. E.	E. S. E.	Levante-Scirocco	112 ½
S. E. by E.	S. E. ¼ E.	¼ di Scirocco v. Lev.	123 ¾
S. E. (*South-East*)	S. E. (*Sud-Est*)	*Scirocco*	135
S. E. by S.	S. E. ¼ S.	¼ di Sciroc. v. Ostro	146 ¼
S. S. E.	S. S. E.	Ostro-Scirocco	157 ½
S. by E.	S. ¼ S. E.	¼ di Ostro v. Scir	168 ¾
South	Sud	Ostro	180
S. by W.	S. ¼ S. O.	¼ di Ostro v. Libeccio	191 ¼
S. S. W.	S. S. O.	Ostro-Libeccio	202 ½
S. W. by S.	S. O. ¼ S.	¼ di Libeccio v. Ostro	213 ¾
S. W. (*South-West*)	S. O. (*Sud-Ouest*)	*Libeccio*	225
S. W. by W.	S. O. ¼ O.	¼ di Lib. v. Ponente	236 ¼
W. S. W.	O. S. O.	Ponente-Libeccio	247 ½
W. by W.	O. ¼ S. O.	¼ di Ponente v. Libecc.	258 ¾
West	Ouest	Ponente	270
W. by W.	O. ¼ N. O.	¼ di Pon. v. Maestro	281 ¼
W. N. W.	O. N. O.	Maestro-Ponente	292 ½
N. W. by W.	N. O. ¼ O.	¼ di Maestro v. Pon.	303 ¾
N. W. (*North-West*)	N. O. (*Nord-Ouest*)	*Maestro*	315
N. W. by N.	N. O. ¼ N.	¼ di M. v. Tramontana	326 ¼
N. N. W.	N. N. O.	Maest.-Tramontana	337 ½
N. by W.	N. ¼ N. O.	¼ di Tram. v. Maestro	348 ¾
North	Nord	Tramontana	360

N. B. Avec les noms anglais on s'expliquera facilement les noms danois, suédois, hollandais et allemands. Les noms italiens sont en usage dans presque toute la Méditerranée.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE DEUXIÈME VOLUME.

Pages.

LIVRE VINGT-CINQUIÈME. — Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme un corps céleste, et dans ses rapports avec les autres corps célestes; des Longitudes et Latitudes..... 1

Preuves de la rotondité de la terre..... 2
Pôles. — Horizon..... 7
Méridien. — Points cardinaux..... 8
Zénith. — Nadir. — Verticale..... 11
Étoiles circompolaires. — Hauteur du pôle..... 13
Distance des lieux terrestres de l'équateur..... 14
Longitude. — Mouvemens apparens du soleil..... 15
Hypothèses de Ptolémée, Tycho-Brahé et Copernic..... 16
Effets des positions de la terre. — Cercle d'illumination..... 17
Zodiaque. — Constellations..... 20
Tropiques. — Cercles polaires. — Zones terrestres..... 21
Climats. — Saisons. — Peuples antœciens, periœciens, eterosciens, perisciens, etc..... 22
Sphère droite, oblique, parallèle..... 23
Année tropique. — Précession des équinoxes. — Année sidérale. — Jour astronomique..... 25
Jour sidéral. — Jour solaire. — Temps vrai. — Temps moyen. — Mouvemens de la lune..... 26
Révolution synodique. — Syzygies. — Quadrature..... 27
Éclipses de soleil et de lune..... 28
Immersion. — Émersion..... 29
Occultation..... 32
Correction des longitudes. — Réfraction..... 34
Parallaxe..... 35
Perturbations. — Cercle répétiteur. — Tables solaires..... 36
Déclinaison. — Calcul de la méridienne par les hauteurs du soleil. 37
Angle horaire. — Azimuth. — Amplitude..... 40

LIVRE VINGT-SIXIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des véritables dimensions du Globe, de son aplatissement et des bases du nouveau système métrique. 42

Principes des mesures de la terre. — Mesure des anciens. — Gnomon d'Ératosthène. — Mesures de Snellius..... 43

Pages.

Mesures de Norwood, Riccioli, Picard, etc..... 44
Théories de Huyghens et de Newton..... 48
Recherches de Maclaurin, de Clairaut et du capitaine Freycinet.. 49
Idem des capitaines Sabine et Duperrey, de MM. Brousseaud, Nicollet, Plana et Carlini, etc..... 50
Mesures en Laponie, au Pérou, en France..... 53
Résultat de diverses observations..... 54
Erreurs dans ces mesures..... 56
Hypothèses de Klügel..... 58
Mesure d'un arc du méridien..... 59
Quantité de l'aplatissement..... 60
Précession des équinoxes. — Mutation..... 61
Bases de la nouvelle métrologie. — Nouvelles divisions astronomiques. — Rapport avec les anciennes mesures..... 64
Dimensions du globe. — Principaux degrés..... 65

LIVRE VINGT-SEPTIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Globes terrestres, de leur construction et de leurs principaux usages..... 67

Description du globe artificiel..... *ib.*
Règles pour choisir un globe..... 69
Construction d'un globe..... 70
Méridien. — Antiméridien..... 72
Manière de compter les longitudes..... 73
Usage du globe..... 77
Lignes est et ouest. — Route du navigateur. — Ligne loxodromique. 83
Mesure de la superficie du globe..... 84
Manière de trouver les positions géographiques..... 88
Trouver la longueur des jours..... 90
Rectifier le globe. — Perfectionnemens apportés aux globes..... 92
Remarques historiques sur les globes..... 93
Globes en relief..... 94
Nouvelle construction des globes. — Planisphères..... 95

LIVRE VINGT-HUITIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Cartes géographiques. — De la Projection stéréographique, de l'orthographique et de la centrale. 98

Diverses espèces de cartes géographiques..... *ib.*
Des surfaces développables. — Des projections..... 99
Projection orthographique..... 100
Projection stéréographique..... 101
Trois sortes de projections stéréographiques..... 102
Tracé des méridiens..... 104

Pages.
Tracé des parallèles. 105
Projection stéréographique horizontale..... 106
Projections orthographiques. 112
Projection centrale. 115

LIVRE VINGT-NEUVIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Cartes géographiques et hydrographiques par développement conique et cylindrique. — Des Projections par parties proportionnelles..... 119

Projection conique pure 120
Projection de Delisle. — Méthode d'Euler..... 121
Méthode proposée par Murdoch. 122
Projection d'Albers. — Méthode de Ptolémée..... 125
Méthode de Flamsteed. 128
Développemens cylindriques..... 132
Tracé des cartes plates..... 134
Projection de Mercator. — Cartes réduites 135
Latitudes croissantes 136
Instrumens pour tracer les parallèles et les méridiens..... 139
Construction des fuseaux. 141

LIVRE TRENTIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Continuation et fin de la Théorie des Cartes géographiques. — Du choix et de la réunion des Détails..... 143

Choix des projections et de l'échelle..... *ib.*
Cartes politiques, physiques, militaires..... 144
Cartes nautiques. — Cartes hydrographiques..... 145
Cartes historiques. — Cartes élémentaires. 146
Emploi des observations astronomiques et géodésiques..... 147
Réunion des levés. — Réduction par le treillis..... 148
Cartes chorographiques 151
Emploi des distances itinéraires. — Évaluation des mesures..... 152
Trouver la direction et la courbure d'une route..... 154
Valeur des journées de marche..... 159
Emploi des cartes anciennes..... 162
Lignes géographiques. — Enluminure..... 165
Orthographe des noms. 166
Signes de géographie physique..... 168
Construction d'une mappemonde..... 171

LIVRE TRENTE-UNIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Premiers aperçus de la Géographie physique. — Formes générales et distribution des Continens et

Pages.

des Mers. — Configuration extérieure des Montagnes, Vallées, Plaines et Côtes..... 174

Vues générales sur la géographie physique..... ib.
Continens, mers, îles, lacs, méditerranées, golfes, baies, port, anse, rade, havres..... 177
Presqu'îles, caps, détroit, isthme, continent..... 178
Archipels, océan, mers..... 179
Hémisphère terrestre et aquatique..... 182
Proportions entre les terres et les mers..... 183
Direction des péninsules et des continens..... 184
Montagnes, plateaux, formes des montagnes..... 186
Pics volcaniques. — Montagnes percées à jour..... 188
Système de montagnes. — Rameau, chaîne, groupe..... 190
Pentes des montagnes..... 191
Assises, gradins, vallées. — Montagnes de différens ordres. — Collines..... 192
Angles saillans et rentrans. — Hautes vallées..... 193
Passes, défilés, portes des nations..... 194
Basses vallées. — Vallées longitudinales. — Vallées transversales. — Cols, ports, cimes..... 195
Ligne de faîte. — Thalweg. — Plaines hautes et basses..... 196
Côtes escarpées et dentelées. — Falaises. — Acore. — Saine. — Côtes basses..... 197
Côtes par collines, par dunes. — Iles isolées. — Iles par groupes. — Chaînes. — Iles plates..... 198
Chaînes terrestres et sous-marines..... 200
Grande chaîne du globe..... 202
Pente générale des continens. — Élévation des montagnes..... 204

LIVRE TRENTE-DEUXIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De l'Eau, en général. — Sources, Rivières, Fleuves et Lacs..... 206

De l'eau en général. — Sources..... ib.
Vapeurs attirées par les hauteurs. — Infiltration des eaux marines. 208
Infiltration des eaux pluviales..... 209
Fontaines intermittentes..... 210
Sources jaillissantes..... 211
Jets d'eau bouillante..... 212
Théorie des sources jaillissantes..... 213
Puits artésiens..... 214
Glaciers..... 216
Ruisseaux, torrens, rivières, fleuves..... 218
Pentes des cours d'eaux..... 220

Pages.
Fleuves sans écoulemens. — Sauts. — Cataractes..... 221
Crues périodiques des fleuves..... 224
Fleuves qui se perdent..... 225
Barres de sable..... 226
Barre d'eau. — Mascaret. — Pororoca..... 227
Lacs. — Leurs différentes classes..... 228
Lacs que l'on pourrait appeler *pénélacs*..... 230
Lacs périodiques..... 231
Seiches. — Lacs qui se soulèvent..... 232
Iles flottantes..... 233
Température des lacs. — Leur profondeur. — Lacs à doubles fonds. 234
Nature chimique des eaux. — Influence de leur exposition..... 235
Eaux des marais, des étangs. — Eaux de collines et de montagnes. 236
Eaux de lacs, de fleuves, de puits, de mer..... 237
Eaux de pluie, de neige et de glace. — Pesanteur des eaux..... 238
Eaux minérales..... 239
Eaux vénéneuses. — Eaux métallifères. — Eaux salées..... 242
Causes de la température des eaux thermales..... 244
Eaux incrustantes..... 245

LIVRE TRENTE-TROISIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Mer et des Eaux marines. — Des Marées. — Des Courans..... 247

Vues générales. — Fond du bassin de la mer..... *ib.*
Niveau des mers. — Nature chimique des eaux marines..... 250
Salure des eaux marines..... 252
Variation de la salure des eaux marines..... 253
Origine de la salure des eaux marines..... 254
Amertume des eaux marines. — Essais pour les rendre potables..... 255
Couleur de la mer. — Causes auxquelles on doit l'attribuer..... 256
Lumière de mer. — Phosphorescence des eaux marines..... 257
Profondeur à laquelle pénètre la lumière du soleil dans les eaux marines..... 259
Température de la mer..... 260
Glaces marines..... 262
Masses, îles, montagnes, champs de glaces..... 263
Mouvemens des eaux marines..... 266
Ondes, flots, lames. — Vitesse de la propagation des ondes..... 267
Marées. — Action de la lune..... 268
Action du soleil..... 270
Grandes marées équinoxiales..... 271
Variations des marées..... 272
Mers sans marées. — Marées dans les golfes. — Courans maritimes. 274
Courans polaires. — Courant équatorial..... 275

Pages.
Gulf-Stream..... 281
Courans particuliers..... 282
Bois flottans. — Doubles courans..... 283
Courans opposés. — Tournans d'eau..... 284

LIVRE TRENTE-QUATRIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Substances minérales qui composent la partie solide du Globe. — Première section : Minéraux; leur emploi dans les arts et l'industrie..... 286

Généralités. — Définition de la géognosie et de la géologie..... *ib.*
Caractères des minéraux..... 287
Divisions en classes et en familles. — Silicides. — Genre silice.... 288
Silicates alumineux..... 290
Silicates alumineux fluorifères..... 291
Silicates alumineux, chlorifères, borifères, sulfurifères, tourmaline. — Silicates non-alumineux. — Silicates ferrugineux. — Silicates non-alumineux manganésiens-zincifères..... 292
Silicates non-alumineux magnésiens. — Silicates non-alumineux calcaires. — Silicates doubles..... 293
Famille des borides. — Genres boroxide, borate, boro-silicate. — Famille des carbonides..... 294
Genres carbure, mellate, urate, carbonite ou oxalate, carbonoxide, carbonate..... 295
Famille des hydrogénides..... 296
Famille des sulfurides..... 297
Sulfo-arséniures. — Sulfoxides..... 298
Sulfates. — Famille des chlorides. — Genre chlorure..... 299
Iodures. — Bromides. — Phtorides..... 300
Genre phtorosilicate. — Sélénides. — Séléniures. — Tellurides. — Phosphates..... 301
Famille des arsénides. — Classe des leucolytes..... 302
Famille des stannides, des bismuthides, des hydrargyrides, des argyrides, des plombides..... 303
Classe des chroïcolytes. — Famille des titanides..... 304
Famille des tantalides, des tungstides, des chromides et des manganides..... 305
Famille des sidérides..... 306
Famille des uranides, des cobaltides, des cuprides, des orides et des platinides..... 307
Ductilité, malléabilité, ténacité des métaux..... 308
Richesse minérale des différens États..... 309

LIVRE TRENTE-CINQUIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Substances minérales qui composent la

Pages.

partie solide du Globe. — Deuxième section : Roches; leur emploi dans les arts et l'industrie..... 311

Généralités sur les roches. — Définition de ce mot..... *ib.*
Composition. — Structure — Dureté. — Texture..... 312
Roches pierreuses..... 313
Silex. — Jaspe. — Tripoli. — Sidérocriste. — Hyalomicte..... 314
Arkose. — Psammite. — Brèches. — Poudingues. — Macigno 315
Sel gemme. — Gypse. — Strontiane. — Sulfate de baryte. — Alunite. — Carbonate de chaux..... 316
Albâtres..... 317
Marbres..... 318
Calcaires, compacte fin, siliceux, oolitique, craie, lias, travertin.. 322
Dolomie. — Serpentine. — Gneiss. — Micaschiste. — Diorite, granitoïde, schistoïde, porphyroïde. — Aphanite. — Trapp. — Spilite..... 323
Vake. — Dolérite. — Mélaphyre. — Basalte. — Pépérine. — Ponce. — Téphrine. — Leucostine..... 324
Trachyte. — Feldspath. — Pegmatite. — Granite. — Syénite. — Porphyre. — Pyroméride..... 325
Porphyre vert antique. — Variolite. — Argile. — Marne..... 326
Schiste. — Ampélite..... 329
Calamine. — Cuivre pyriteux. — Manganèse. — Pyrite. — Aimant. — Fer oligiste, etc. Roches combustibles..... 330

LIVRE TRENTE-SIXIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la disposition des parties solides de la Terre. — Première section : de la Stratification des Roches, des Bancs, des Lits qui les divisent; des Amas; des Filons métalliques; des Brèches osseuses; des Cavernes à ossemens. 331

Strate. — Stratification. — Failles..... *ib.*
Stratifications, concordante, discordante. — Roches qui ne présentent point de stratification..... 332
Couches. — Bancs. — Lits..... 333
Amas. — Gangue. — Veines..... 334
Filons fragmentaires. — Brèches osseuses..... 335
Cavernes à ossemens..... 336

LIVRE TRENTE-SEPTIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Disposition des parties solides de la Terre. — Deuxième section : des Terrains et des Formations..... 337

Définition des terrains et des formations..... *ib.*
Terrains primitifs, intermédiaires, secondaires et tertiaires. — Séries métazoïque, prozoïque et typhonienne. — *Série méta-*

Pages.
zoïque. Terrains modernes. — Formation madréporique..... 338
Formations tourbeuse, détritique..... 339
Formation alluvienne..... 340
Formation tuffacée, — concrétionnée, — siliceuse, — arénacée.. 341
Formation salifère. — Terrains diluviens. — Formation limoneuse, — détritique..... 342
Formations, — calcaréo-marneuse, — plusiaque..... 343
Terrains de sédimens supra-supérieurs. — Formation littorale. — Terrains de sédimens supérieurs. — Formation marno-siliceuse-lacustre..... 344
Formation marno-sableuse marine, — marno-gypseuse, — marine et fluviatile côtière..... 345
Terrains de sédimens moyens. — Formation crétacée..... 346
Formation argilo-arénacée, — oolitique..... 347
Terrains de sédimens supra-inférieurs. — Formation liasique..... 348
Formation salifère-keuprique..... 349
Formation salifère-conchylienne, — salifère-silicéo-marneuse.... 350
Formation salifère-calcaréo-magnésienne. — Terrains de sédimens inférieurs. — Formation houillère..... 351
Formation calcaire-anthraxifère, — quarzeuse..... 352
Terrains de sédimens infra-inférieurs. — Formation calcaire, — schisto-quarzeuse..... 353
Formation calcaréo-talqueuse. — *Série prozoïque*. — Terrains de cristallisation. — Formation talqueuse..... 354
Formation micacée..... 355
Série typhonienne. — Terrains plutoniques ou d'épanchement. — Époque granitique..... 356
Époques porphyrique, — ophiolitique..... 357
Terrains vulcaniques ou de fusion. — Époques trachytique, — basaltique..... 358
Époque lavique..... 359

LIVRE TRENTE-HUITIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des débris fossiles des corps organiques, végétaux et animaux..... 361

Débris qui ont conservé leur état naturel. — Pétrifications. — Empreintes..... *ib.*
Bois pétrifiés. — Corps métallisés..... 362
Première époque des êtres organisés..... 363
Céphalopodes. — Crustacés. — Mollusques, testacés, végétaux. — *Deuxième époque*..... 364
Végétaux..... 365
Mollusques cloisonnés..... 366
Mollusques testacés. — Poissons..... 367

Pages.
Sauriens..... 368
Tortues..... 369
Troisième époque. — Polypiers. — Mollusques..... 370
Glossopètres. — Phoques..... 371
Lamantins. — Hyperoodons. — Baleines..... 372
Tortues. — Lophiodons..... 373
Anthra cotherium. — *Palæotherium*..... 374
Palæotherium magnum, medium, crassum, latum, curtum, minus, minimum, anoplotherium commune..... 375
Anoplotherium secundarium. — *Xyphodon.* — *Dichobune*..... 376
Poissons. — Mammifères. — *Quatrième époque*..... 377
Mammouth..... 379
Rhinocéros, tichorhinus, leptorhinus, incisivus, minutus. — *Elasmotherium*..... 382
Mastodonte..... 386
Brèches osseuses. — Cavernes..... 387

LIVRE TRENTE-NEUVIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Aperçu des systèmes géologiques ou des opinions sur la formation du Globe..... 392

But de la géographie physique..... *ib.*
Rapports de la géologie avec la mécanique céleste. — *Vulcanistes.* — *Neptuniens*..... 393
Idées des Égyptiens, des Chaldéens, des Hébreux..... 394
Tradition mosaïque. — Système volcanique..... 395
Vulcanistes d'Asie. — Neptuniens grecs et latins..... 396
Feu élémentaire des anciens. — Atomes de Démocrite et d'Épicure. 397
Système d'Anaximène. — Système de l'écoulement des lacs..... 398
Déluge de Deucalion et d'Ogygès..... 399
Idées de Palissy, — de Stenon, — de Burnet..... 400
Idées de Descartes et de Leibnitz. — Système de Whiston..... 401
Système de Woodward..... 402
Opinion de Camerarius. — Idées de Tournefort, — de Scheuchzer, — de Fontenelle, — de Ray..... 403
Idées de Hook, — de Lazaro Moro, — de Raspe. — Système de Buffon. 404
Théorie de Deluc..... 406
Idées de Saussure..... 407
Idées de Werner, — de Pallas, — de Delamétherie, — de Dolomieu..... 408
Système de Hutton et de Playfair..... 409
Hypothèse de Franklin..... 410

LIVRE QUARANTIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Révolutions physiques arrivées à la surface

Pages.

du Globe depuis les temps historiques. — Des Soulèvemens de Montagnes et du Feu central..... 412

Vues générales — Deux classes de révolutions terrestres..... *ib.*
Causes de changemens à la surface de la terre. — Décomposition opérées par l'air et les météores..... 413
Extension des sables mouvans. — Travaux de l'homme..... 414
Changemens dus aux végétaux. — Éboulemens et renversemens... 415
Origine des forêts souterraines. — Lacs formés par éboulemens... 418
Terrains suspendus sur des lacs..... 419
Montagnes sans cohérence..... 420
Effets du froid. — Squelette de montagnes..... 421
Terrains qui glissent..... 423
Effets des éboulemens..... 425
Effets des eaux courantes..... 426
Entonnoirs..... 427
Dessèchement des lacs. — Débâcle des lacs encombrés..... 428
Les eaux de la mer diminuent-elles?..... 429
Changemens dans le golfe de Venise..... 434
Changemens dans la Méditerranée occidentale..... 435
Changemens dans l'océan Atlantique..... 436
Changemens sur les côtes de la Hollande..... 437
Changemens sur les côtes du Danemark..... 438
Diminution de la Baltique..... 439
Observations sur l'Amérique septentrionale..... 443
Conclusions générales..... 444
Volcans. — Description des éruptions volcaniques..... 445
Distribution des volcans à la surface du globe..... 447
Nombre de volcans brûlans..... 450
Dimension des cratères et hauteur des principaux volcans. — Origine du feu volcanique..... 451
Tremblemens de terre..... 453
Tableaux de leurs effets..... 454
Direction des tremblemens de terre. — Volcans sous-marins..... 456
Causes des tremblemens de terre..... 458
Soulèvement des terrains..... 459
Éruptions boueuses..... 461
Salses. — Collines croissantes..... 462
Soulèvement des montagnes..... 464
Feu central..... 466
Conclusion..... 470

LIVRE QUARANTE-UNIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Du Fluide ambiant du Globe ou de l'Atmosphère. — Des Météores..... 471

Pages.

Vues générales..... 471
Fluides atmosphériques. — Air. — Gaz. — Oxigène..... 472
Salubrité de l'air. — Couleur de l'air..... 473
Pesanteur de l'air. — De l'usage du baromètre..... 474
Élasticité de l'air. — Dilatabilité..... 476
Hauteur de l'atmosphère..... 477
Évaporation..... 478
Météores aqueux..... 479
Brouillards. — Nuages..... 480
Rosée..... 481
Gelée blanche. — Pluie. — Neige..... 482
Grêle..... 483
Effet des météores aqueux. — Paragrêle..... 485
Quantité des eaux atmosphériques. — Prétendues pluies de sang.. 486
Pluies de soufre..... 487
Pluies de feu. — Météores lumineux. — Réfraction..... 488
Crépuscule. — Aube. — Aurore — et coucher du soleil. — Parélies. — Faux soleils..... 489
Parasélènes. — Arc-en-ciel. — Halos. — Apothéose des voyageurs..... 490
Mirage..... 491
Lumière zodiacale..... 492
Météores ignés. — Tonnerre..... 493
Foudre descendante et ascendante..... 494
Aurores boréales..... 496
Feux follets..... 499
Fontaines ardentes. — Étoiles tombantes..... 500
Feu de Saint-Elme. — Globes de feu ou météorolites..... 501
Magnétisme..... 503
Aiguille aimantée. — Ses déclinaisons et oscillations..... 504

LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — Des Mouvemens propres de l'Atmosphère, ou des Vents..... 508

Définition des vents. — Leur vitesse..... *ib.*
Genres de vents. — Vents alizés..... 509
Causes des vents variables. — Brises de mer et de terre..... 511
Qualités chimiques de quelques vents. — Influence de la lune..... 512
Ouragans. — Tournans d'air..... 513
Trombe ou syphon..... 514
Vent d'est dans l'océan Atlantique. — Vents du golfe de Guinée.. 515
Région des calmes. — Travades..... 516
Vents alizés du Grand-Océan. — Moussons..... 517

Pages.
Doubles vents..... 519
Utilité des vents..... 523

LIVRE QUARANTE-TROISIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Température locale de l'Atmosphère ou des Climats physiques..... 524

Climat physique. — Causes qui le produisent..... *ib.*
Calorique libre et latent. — Réflexion du calorique..... 525
Causes qui modifient la chaleur solaire..... 526
Élévation du terrain. — Exposition générale..... 527
Effets de la marche du soleil..... 528
Exposition occidentale. — Exposition la plus chaude..... 529
Parallèle des expositions avec les points du jour. — Position des montagnes..... 530
Abri donné par les forêts..... 531
Effets de l'absence des montagnes. — Température des vallées. — Vallées malsaines..... 532
Cretins..... 533
Effets du voisinage de la mer. — Influence du sol..... 534
Irradiations. — Effets des marécages. — Divers aspects du ciel.... 535
Influence des travaux de l'homme. — Pays nouveaux..... 536
Influence des vents régnans. — Généralités sur la nature des vents. 537
Diminution de la chaleur vers l'orient..... 539
Climats d'Hippocrate..... 540
Principes de classification des climats. — Climat chaud et sec..... 545
Climat chaud et humide. — Climat froid et sec. — Climat froid et humide..... 546
Modification de ces climats..... 547
Température de la zone torride..... 548
Différence des régions équatoriales et tropicales..... 549
Été de la zone torride. — Saisons de la zone tempérée..... 550
Climats les plus tempérés. — Saisons de la zone glaciale..... 551
Sur le plus grand froid de l'atmosphère australe..... 552
Si la température générale du globe change..... 555

LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme le séjour des êtres organiques. — Première section : De la Distribution géographique des végétaux..... 557

Vues générales..... *ib.*
Influence de la température sur les végétaux..... 558
Jusqu'à quel point les plantes bravent le froid..... 559
Plantes qui croissent dans les eaux chaudes. — Humidité nécessaire aux végétaux..... 560

Pages.
Pression de l'atmosphère. — Nature chimique du sol 561
Substances minérales contenues dans les plantes..... 562
Extension de la végétation..... 563
Marche progressive de la végétation..... 564
Migration des plantes..... 566
Plantes vivant en société..... 567
Végétation de la zone glaciale..... 569
Végétation de la zone tempérée..... 570
Patrie de la vigne. — Arbres fruitiers qui craignent le voisinage des tropiques et du cercle polaire. — Culture des céréales. — Aspect général de la zone tempérée chaude 571
Végétation de la zone torride..... 573
Zone tempérée australe. — Végétation marine..... 575
Tableau comparatif du nombre de plantes connues dans les diverses régions du globe 579

LIVRE QUARANTE-CINQUIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre considérée comme le séjour des êtres organiques. — Deuxième section : De la distribution géographique des Animaux..... 581

Vues générales. — Génération spontanée. — Zoophytes. — Mers de corail ..... *ib.*
Poulpes. — Kraken..... 583
Mollusques, testacés et conchifères..... 584
Distribution géographique des insectes..... 586
Distribution géographique des crustacés..... 589
Sur les poissons..... 590
Stations et migrations de quelques poissons..... 591
Poissons d'eau douce. — Cétacés..... 593
Reptiles. — Oiseaux..... 595
Oiseaux de la zone torride, — de la zone tempérée, — de la zone glaciale..... 597
Oiseaux maritimes. — Mammifères. — Leurs migrations..... 598
Animaux domestiques. — Chien. — Bœuf..... 599
Brebis. — Chèvre. — Cheval..... 600
Chat. — Renard..... 603
Lièvre. — Écureuil. — Lapin. — Cerf..... 604
Ours..... 605
Rats. — Souris..... 606
Animaux de l'hémisphère boréal. — Ours blanc. — Isatis..... 607
Loutre. — Castor. — Marte. — Lynx..... 608
Elan. — Ecureuil volant. — Marmotte. — Blaireau. — Lemming. — Chevrotain 609
Animaux sur les limites de la zone tempérée et de la zone torride. —

Pages.

Chameaux 610
Chamois. — Antilope. — Gazelle. — Chakal. — Buffle 611
Animaux de la zone torride de l'ancien continent. — Singes 612
Girafe. — Rhinocéros 613
Hippopotame. — Eléphans. — Lion 614
Tigre. — Panthère. — Léopard. — Once. — Résultat sur les animaux de l'ancien continent 615
Animaux du Nouveau-Monde 616
Bisons. — Bœuf musqué. — Jaguar. — Couguar. — Lama 617
Tapir. — Fourmillier. — Agoutis. — Singes. — Rongeurs 618
Caractère de la zoologie américaine. — Animaux de l'Australie 620

LIVRE QUARANTE-SIXIÈME. — Suite de la Théorie de la Géographie. — De la Terre, considérée comme la demeure des êtres organiques. — Troisième section : De l'Homme physique 621

Dignité de l'homme ..... *ib.*
Effets de notre organisation 622
L'homme ne forme-t-il qu'une seule espèce? 623
Physionomie artificielle. — Variétés de couleurs 624
Variétés de cheveux 625
Influence de la civilisation 626
Variétés de la forme du crâne 627
Variétés des diverses parties du corps 630
Divers degrés de force. — Division de l'espèce humaine en cinq types, d'après Blumenbach 631
Divisions d'après Linné et Buffon, M. Duméril, M. G. Cuvier, M. Virey, M. Lesson, M. Garnot, M. Desmoulins, et M. Bory de Saint-Vincent 636
Extension géographique de l'espèce humaine 637
Chaleur et froid supportés par l'homme. — Sa faculté de s'acclimater. 638
Nombre total des hommes. — Rapports numériques des décès 639
Mortalité dans les villes et dans les campagnes 641
Causes de longévité 642
Excédant des naissances sur les décès 643
Naissances par mariage 644
Causes physiques qui influent sur la propagation 645
Causes politiques et morales qui influent sur la population 646
Epoque de la puberté 648
Rapports numériques entre les naissances et les décès. — Table d'Euler 650
Rapport entre le nombre des deux sexes 651
Naît-il plus de filles en Orient? 652
Rapports généraux des sexes, âges, célibataires, etc 653

Pages.

Tableau des principales classifications proposées relativement aux différentes races ou espèces d'hommes..... 654

LIVRE QUARANTE-SEPTIÈME. — Suite et fin de la Théorie générale de la Géographie. — De l'Homme, considéré comme être moral et perfectible, ou Principes de Géographie politique..... 657

Géographie politique. — Langage articulé..... *ib.*
Langues primitives. — Langues-mères..... 658
Divers caractères des langues. — Langues-sœurs..... 659
Langues *indo-germaniques*. — Sanskrit..... 660
Zend, pelhwi, parsi, persan, kourde, arménien, langues grecques. 661
Langues slavonnes. — Langues germaniques. — Langues celtiques. 662
Langues scythico-sarmatiques. — Finnois, estonien, livonien, lapon, permiaque, tchérémisse, hongrois, lithuanien. — Famille des langues du Caucase..... 663
Langues ARAMÉENNES. — Arabe, moresque, geez, amharique, hébreu. — Langues *sémitiques*. — Langues *monosyllabiques*.... 664
Tibetain, chinois, birman, annamique, siamois. — Langues *tatares*. — Turcoman, boukhare. — Langue mongole..... 665
Langue mandchoue, — Coréen, japonais, toungouse, samoïède, etc. 666
Langue des Kouriles. — Famille *malaïse*. — Tagalog, bissayo, taïtien. — Usage singulier..... 667
Langues de l'Afrique. — Tamasey, choviah, touarik, tibbo, chillah, copte..... 668
Foullan, fellata, mandingo, jallouka, sokko, sousou, kong, yolof, boullam. — Langues nubienne, bicharieh, tcharet-agow, chihodankali, cafre..... 669
Influence des organes sur les langues..... 670
Langues américaines. — Tchouktche, aglemoute, aléoutienne, tchougatchekonega, eskimau, iroquois, algonquin..... 671
Tarahoumara, panis, caddos, attacapas, chetimachas, maya, poconchi, macahui, caraïbe, othomi, totonaca..... 672
Lingoa gerarle, homagua, quichua, aïmara, mocobi, xamuca, chiquito, mobimi, cayubaba, sapibocona..... 673
Religions et cultes. — Fétichisme, sabéisme, matérialisme..... 674
Dualisme, polythéisme, zoomorphisme..... 675
Anthropomorphisme. — Théomorphisme. — Bouddhisme..... 676
Dualisme. — Monothéisme. — Religion des mages..... 677
Culte mithriaque. — Odinisme. — Judaïsme..... 678
Christianisme. — Eglise grecque. — Eglise latine. — Catholicisme. — Grecs-unis..... 679
Protestantisme. — Eglises évangélique, réformée, presbytérienne, anglicane. — Unitaires..... 680

Pages.

Arminiens, mennonites, baptistes, frères-moraves, quakers, shakers, tunkers, swedenborgiens, méthodistes, mahométisme... 681
Nombre de sectateurs de chaque religion..... 684
Société domestique. — Société civile. — Société politique. — Pacte social, constitution, Etat..... 685
Suprême pouvoir. — Forme de gouvernement. — Hiérocratie..... 686
Démocratie. — Aristocratie..... 687
Monarchie démocratique. — Monarchie aristocratique..... 688
Monarchie aristo-démocratique. — Monarchie pure et absolue. — Despotisme, dictature, anarchie. — Ochlocratie..... 689
Démagogie. — Théocratie..... 690
Système fédératif. — Origine des classes sociales..... 691
Classe productive. — Classe industrielle..... 692
Classe commerciale. — Possesseurs de fonds de terre. — Capitalistes. — Fonctionnaires. — Mercenaires..... 693
Statistique. — Peuple agricole. — Peuple commerçant. — Castes, ordres politiques. — Bourgeoisie..... 694
Dénomination des souverainetés. — Titres des chefs des États. — Armes. — Force des États..... 695
Valeur du territoire. — Industrie..... 696
Population. — Recensemens..... 697
Rapport de la population à l'étendue du territoire. — Revenus de l'Etat. — Dettes publiques..... 698
Force armée..... 699
Forces de terre. — Marine. — Relations extérieures..... 700
Equilibre politique. — Etat moral. — Habillemens, parures, habitations..... 701
Villes, bourgs, villages. — Ustensiles, instrumens..... 702
Nourriture. — Anthropophagie..... 703
Boissons. — Usages..... 704
Lois civiles. — Civilisation..... 705
Classes des nations. — Sauvages. — Barbares ou demi-civilisés. — Peuple civilisé..... 706
Caractère. — Influences attribuées au climat. — Peuples montagnards. 707
Peuples des plaines. — Nomades..... 709
Peuples chasseurs. — Influence des femmes sur la civilisation..... 710
Premières divisions géographiques. — Peuples maritimes..... 711
Caractère des peuples insulaires. — Influence de la navigation..... 712
Vues sur le Grand-Océan..... 715
Tableaux de Géographie mathématique et physique. — Tableau synoptique du système planétaire..... 717
Tableau des climats..... 719
Tableau de la limite des neiges sur les principales montagnes du globe, et de la température des plaines qui s'étendent aux pieds

Pages.

de ces montagnes..... 720

Tableau du décroissement des degrés de longitude, graduation ancienne ou nonagésimale, la terre étant supposée sphérique... 721

Tableau du décroissement des degrés de longitude, graduation nouvelle ou centésimale, la terre étant supposée sphérique..... 722

Tableau du décroissement des degrés de longitude, mesure nouvelle ou centésimale, la terre étant supposée un sphéroïde aplati de $^1/_{335}$..... 723

Tableau du décroissement des degrés de latitude, mesure nouvelle ou centésimale, la terre étant supposée un sphéroïde aplati de $^1/_{335}$..... 724

Tableau comparatif des mesures linéaires, *dites* pieds courans.... 725

Tableau comparatif des mesures agraires des principaux États de l'Europe, exprimées en anciens pieds-de-roi carrés, et comparées à l'ancien arpent d'ordonnance, *dit* des eaux et forêts, et à l'hectare des nouvelles mesures agraires de France..... 726

Tableau comparatif des mesures itinéraires et topographiques, considérées, 1° comme mesures de distance dans leurs rapports au degré (nonagésimal) de l'équateur à la lieue géographique de France de 25 au degré, et au kilomètre; 2° comme mesure d'étendue superficielle dans leurs rapports aux lieues géographiques d'Allemagne (de 15 au degré) carrées; de France (de 25 au degré) carrées, et au kilomètre carré..... 728

Tableaux des mesures des anciens..... 732

Tableau comparatif des principaux vents..... 733

Rose de trente-deux vents..... 734

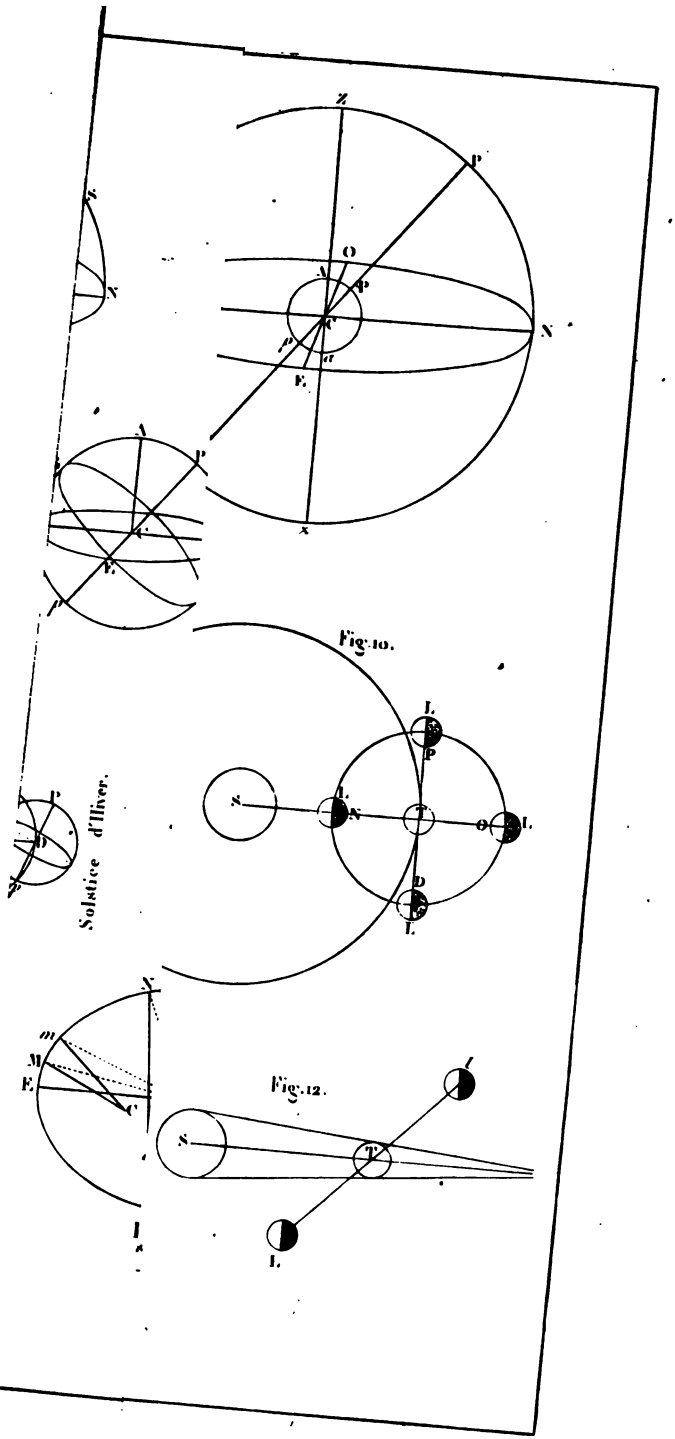
FIN DE LA TABLE DU TOME DEUXIÈME.

ERRATA.

Page 14, *ligne* 32,	PLP,	*lisez* PL*p*.
82,	12, *p*′LP,	*lisez* *p*LP.
103,	9, *fig*. 19,	*lisez* *fig*. 20.
109,	3, *cosm*.,	*lisez* *cosin*.
111,	3, C*m*,	*lisez* Cμ.
Ib.,	4, μ et C*m*′ de C en μ′,	*lisez* *m* et Cμ de C en *m*.
Ib.,	7, E′μ′ et de E*m*,	*lisez* E′*m*′ et de Eμ.
115,	20, ADBE,	*lisez* ADBC.
124,	36, *fig*. 33,	*lisez* 34.
293,	3, *diaptase*,	*lisez* *dioptase*.
581,	9, la vue armée même n'aperçoit, *lisez* la vue armée même du microscope.	
595,	24, l'atmosphère entier, *lisez* l'atmosphère entière.	

Note qui devait être mise à la page 64 :

Dans la nouvelle métrologie, le mètre représente exactement la *dix-millionième* partie du *quart* du méridien terrestre; mais, d'après des observations récentes qui paraissent plus exactes, le *quart* du méridien serait de 10,000,723 mètres. Nous devons toutefois ajouter que cette différence est trop peu importante pour avoir quelque influence sur la longueur qui a été donnée au mètre.


Z
P
O
A
P
C
N
p
a
E
x
S
N
A
P
C
E
p
Fig. 10.
L
P
S
L
N
T
O
L
D
L
P
D
p
Solstice d'Hiver.
N
m
M
E
C
Fig. 12.
l
S
T
L

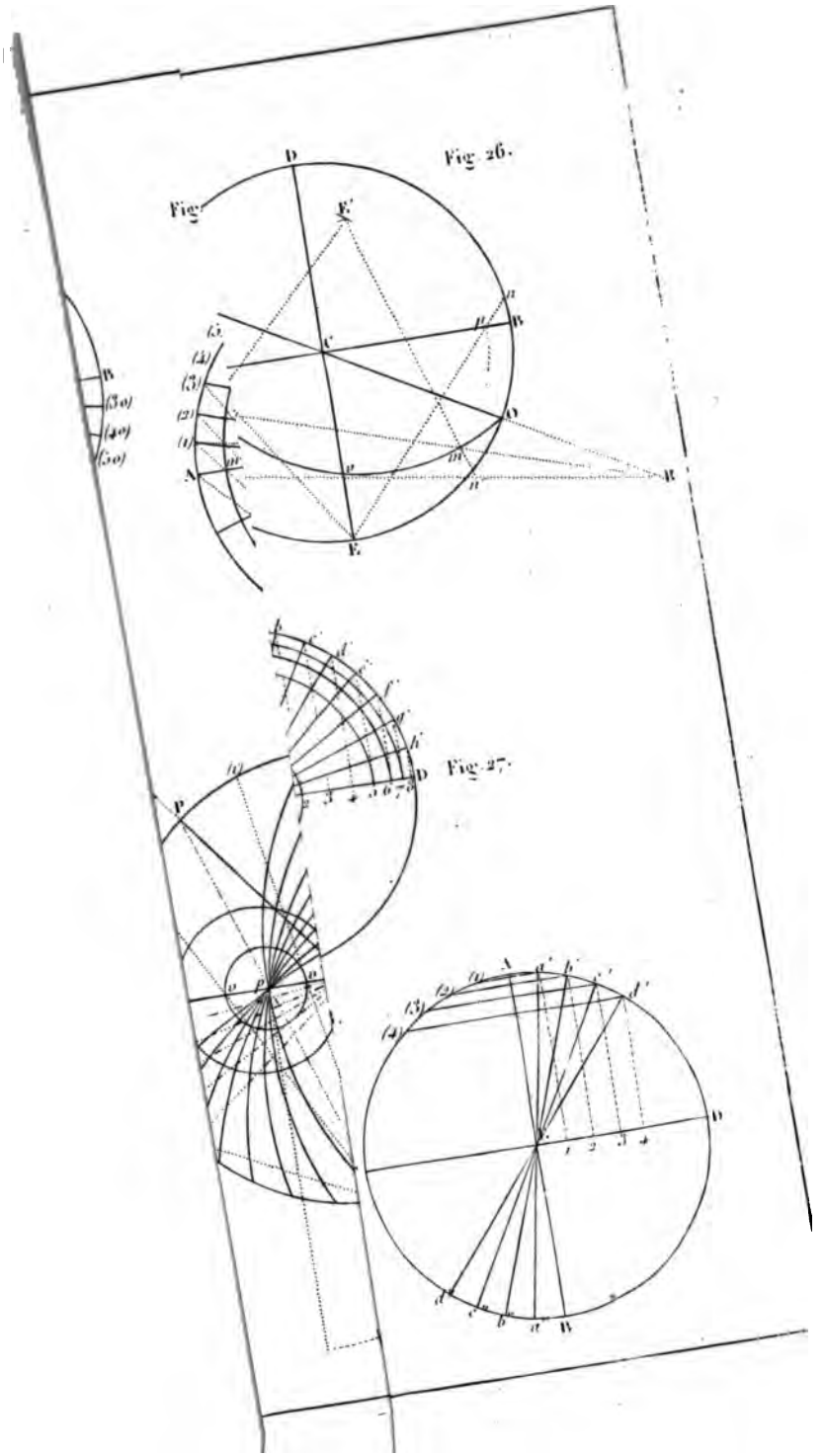


Fig. 26.
Fig. 27.

h
W
B
T
N
Y
D

Fig. 40.

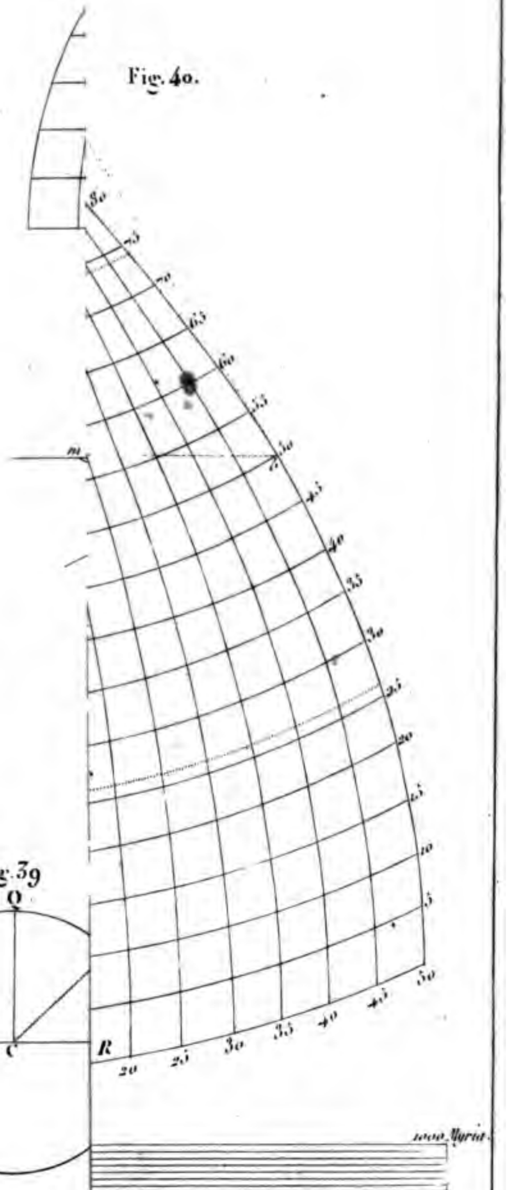
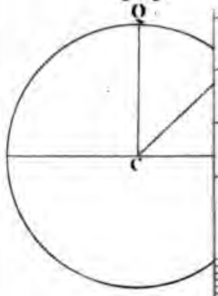

80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
m
R
20
25
30
35
40
45
50
1000 Myria.

Fig. 39


Q
C

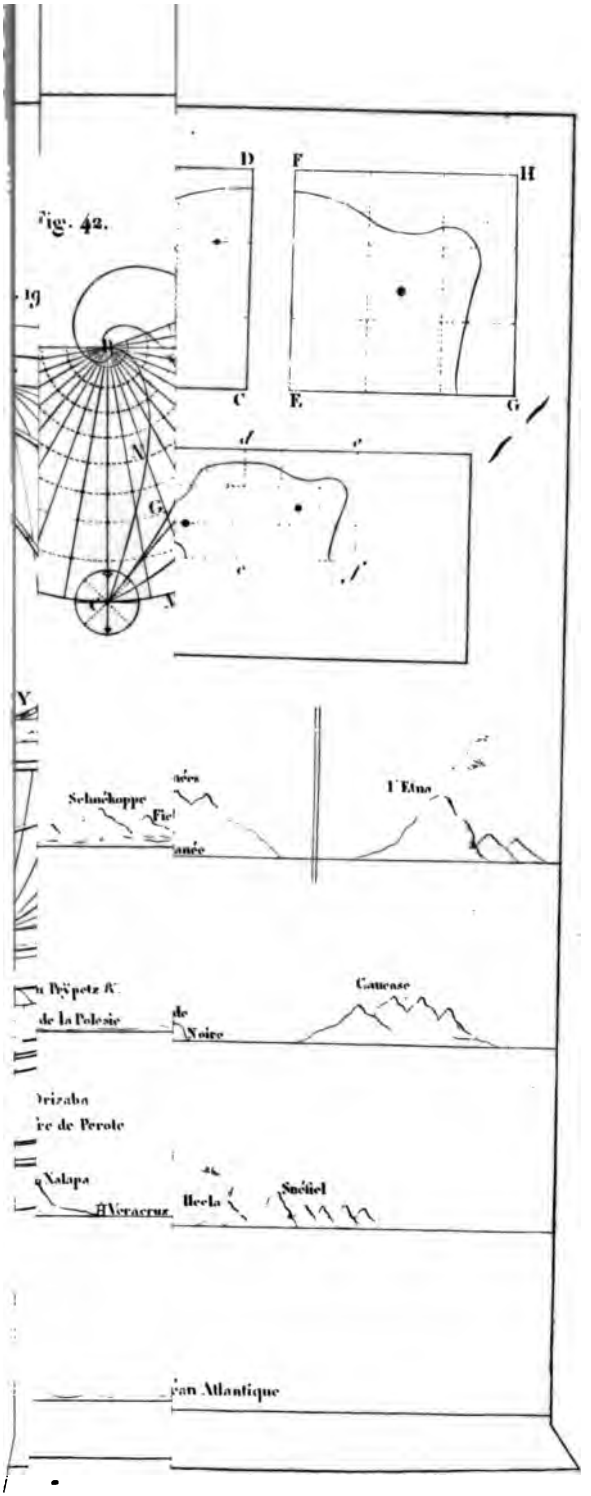
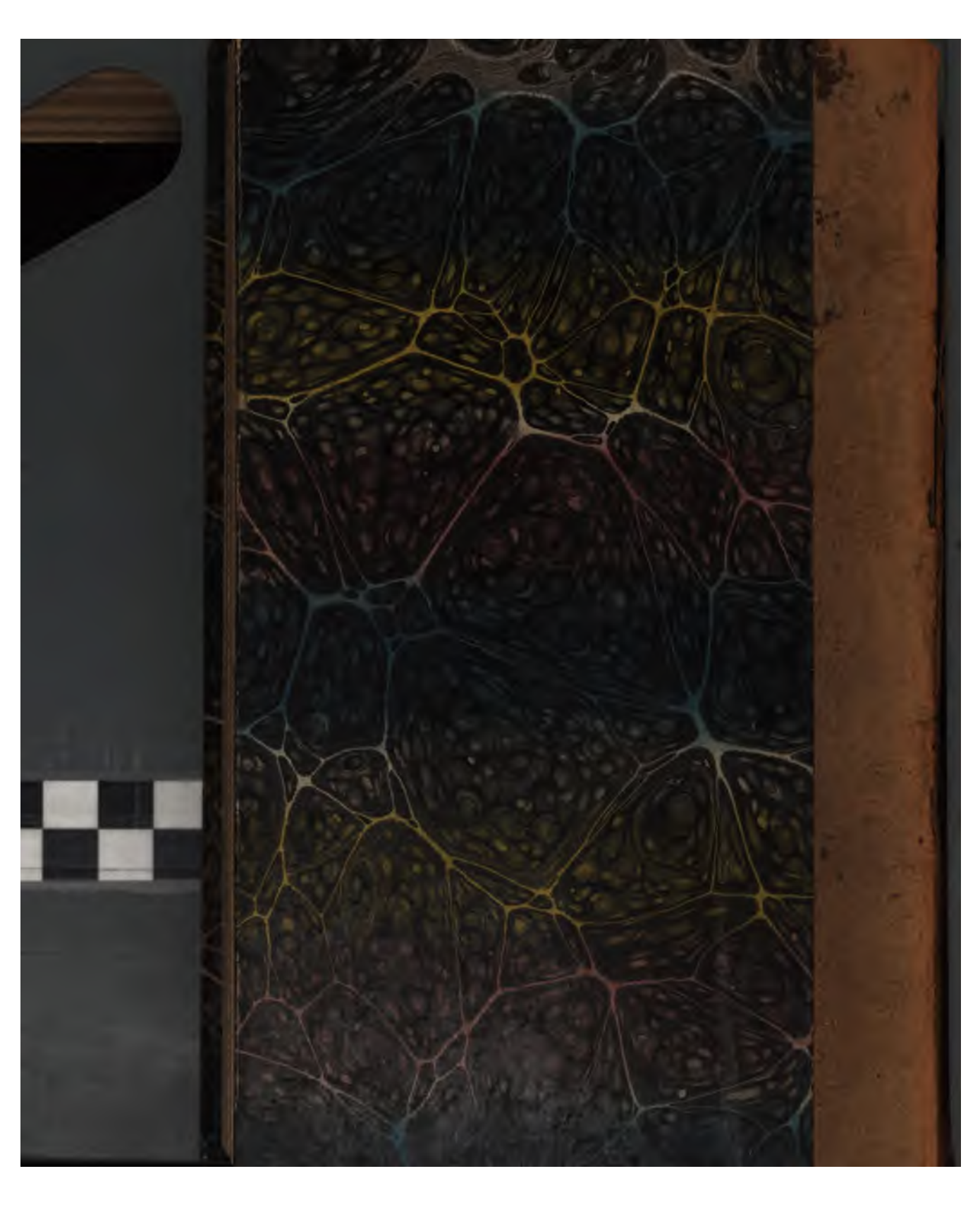


Fig. 42.
19
D
F
H
C
E
G
d
e
c
f
Y
Schnéhoppe
Fiel
nées
anée
l'Etna
u Prÿpetz R.
de la Polesie
de
Noire
Caucase
Orizaba
ire de Perote
Xalapa
Veracruz
Hecla
Snéfiel
éan Atlantique

NOV 18 1921